

SOLANGE RIBAS ZANIOLO

**ECOLOGIA DE *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq.
(CHLORANTHACEAE): SUBSÍDIO PARA CULTIVO
E MANEJO SUSTENTÁVEL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Raquel R. B. Negrelle

CURITIBA

2002



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **SOLANGE RIBAS ZANIOLO**, sob o título "**Ecologia de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae): subsídio para cultivo e manejo sustentável**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.

Curitiba, 13 de Setembro de 2002.

Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Primeiro Examinador

Professora Dra. Dalva M. S. Matos
Segunda Examinadora

Professora Dra. Vanilde C. Zanette
Terceira Examinadora

Professora Dra. Marcia C. M. Marques
Quarta Examinadora

Professora Dra. Raquel Rejane Bonato Negrelle
Presidente da Banca e Orientadora

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dr^a. Raquel R. B. Negrelle pela orientação, valiosas sugestões e amizade;

Ao Prof. Dr. Luiz Doni Filho pela co-orientação, contribuição e apoio;

À Prof. Dr^a. Dalva M. S. Matos e sua família pela co-orientação e hospitalidade;

Ao Prof. Dr. James Ropper pela co-orientação, colaboração nas análises estatísticas, elaboração do abstract e sugestões;

Aos professores da banca de pré-defesa: Raquel R.B. Negrelle, James Ropper, Luiz Antônio Biasi, Luiz Doni Filho e Lenir Maristela Silva pelas valiosas sugestões;

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Produção Vegetal por permitir a realização do curso e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

À Família Machado, pelo apoio e infra-estrutura recebidos na Reserva Volta Velha;

Ao Sr. Jorge Gregório Dias, Alberto da Rocha e Kátia Fomazziari pela amizade e auxílios no trabalho de campo;

À Gisele M. A .C. Lorenzi pelas sugestões, auxílios prestados e amizade;

Ao Departamento de Solos da UFPR pela análise do solo e interpretação dos resultados;

Ao Prof. Dr. Carlos Nadal, do Dep. de Geociências da UFPR, e aos graduandos Luciano Morales dos Santos e Valeska Cristiane do Carmo pelo levantamento planialtimétrico da área de estudo;

À Prof. Dr^a. Daura Regina E. Estofella do Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR, pela orientação nas atividades de Microscopia Eletrônica;

À Prof. Dr^a. Celina Wisniewski pelo empréstimo do luxímetro;

Ao Departamento de Física da UFPR pela determinação dos espectros de absorção e transmissão dos filtros;

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio Biasi pelo auxílio nas fotomicrografias;

À Prof. Dr^a. Maria Regina Boeger e Nilson Belém Filho pelos auxílios em Anatomia Vegetal;

Às funcionárias Rose e Maria Emília pelo auxílio nos trabalhos laboratoriais;

Aos amigos da Pós-graduação pelo agradável convívio durante o Curso;

À Lucimara, secretária da Pós-Graduação, pelos auxílios prestados;

Ao SIMEPAR pelo fornecimento dos dados meteorológicos;

Ao meu marido, Marcos, pelo incentivo e à minha filha, Ana Paula, pelo amor e paciência;

A meus familiares pelo auxílio nos trabalhos de campo e pelo cuidado com minha filha;

"Confuso amanhecer de alma ofertante
e angústias sofreadas
injustiças e fome e contrastes
e lutas e achados rutilantes
de riquezas da mente e do trabalho,
meu passo vai seguindo
no ziguezague de equívocos,
de esperanças que malogram
mas renascem
de uma cinza morna.
Vai comigo o meu projeto
entre sombras, minha luz
de bolso me orienta
ou sou eu mesmo o caminho
a procurar-se ? "

Carlos Drummond de Andrade
Canto Brasileiro

BIOGRAFIA DO AUTOR

SOLANGE RIBAS ZANIOLO, filha de Adelinor Kimita de Paula e Darcy Ribas de Paula, nasceu em Curitiba, Estado do Paraná, aos 20 de março de 1965. É casada com Marcos José Zaniolo e tem uma filha, Ana Paula Ribas Zaniolo.

Cursou o ensino de primeiro grau no Colégio Estadual Professor Francisco de Azevedo Macedo e o segundo grau no Colégio São José em Curitiba, PR. Em 1986 recebeu o grau de Licenciada em Ciências Biológicas, conferido pela Universidade Federal do Paraná. Em 1992 recebeu o grau de Mestre em Botânica, pela Universidade Federal do Paraná.

Em 1991 iniciou atividade docente em Ciências para o ensino fundamental durante dois anos nos Colégios Estaduais Dom Orione e Narciso Mendes, posteriormente atuou como professora substituta de Botânica na UFPR e na Universidade Tuiuti do Paraná. Em março de 1998 iniciou o Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 REFERÊNCIAS.....	3
CAPÍTULO 2 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A ESPÉCIE E LOCAL DE ESTUDO.....	5
2.1 <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.....	5
2.2 LOCAL DE ESTUDO.....	11
2.2.1 A Reserva Volta Velha.....	11
2.2.2 Área de estudo.....	12
2.3 REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO 3 – ESTRUTURA E DINÂMICA DE POPULAÇÃO DE <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.(CHLORANTHACEAE) NA RESERVA VOLTA VELHA, ITAPOÁ-SC.....	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	18
3.1 INTRODUÇÃO.....	19
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.3 RESULTADOS.....	25
3.3.1 Estrutura da população.....	25
3.3.1.1 Distribuição em classes de tamanho.....	25
3.3.1.2 Razão sexual.....	28
3.3.2 Dinâmica de população.....	29
3.3.2.1 Crescimento.....	29
3.3.2.2 Sobrevivência e mudanças de classe.....	32
3.4 DISCUSSÃO.....	35
3.5 CONCLUSÕES.....	38
3.6 REFERÊNCIAS.....	38
CAPÍTULO 4 – FENOLOGIA DE <i>Hedyosmum brasiliense</i> MART. EX. MIQ. (CHLORANTHACEAE) NA RESERVA VOLTA VELHA, ITAPOÁ, SC.....	43

RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	43
4.1 INTRODUÇÃO.....	44
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
4.3 RESULTADOS.....	47
4.4 DISCUSSÃO.....	56
4.5 CONCLUSÕES.....	57
4.6 REFERÊNCIAS.....	58
 CAPÍTULO 5 – A INFLUÊNCIA DA LUZ E DA UMIDADE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. (CHLORANTHACEAE)	
RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	61
5.1 INTRODUÇÃO.....	62
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	65
5.3 RESULTADOS.....	67
5.4 DISCUSSÃO.....	70
5.5 CONCLUSÕES.....	71
5.6 REFERÊNCIAS.....	72
 CAPÍTULO 6 – ESTRUTURA DA FOLHA DE <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex. Miq. (Chloranthaceae) COMO SUBSÍDIO PARA O CONTROLE DE QUALIDADE	
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	75
5.1 INTRODUÇÃO.....	75
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	76
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
5.4 CONCLUSÕES.....	83
5.6 REFERÊNCIAS.....	83
 CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	
ANEXOS.....	87

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 2.1 *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha, Itapoá SC. A: indivíduo adulto; B: inflorescência masculina; c: inflorescência feminina; D: infrutescência; E: semente; F: plântula.....9
- FIGURA 2.2 *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. A: estigma papiloso; detalhe da deiscência da antera; C: grão de pólen; D: abertura do grão de pólen. MEV.10
- FIGURA 2.3 Localização da área de estudo, Reserva Volta Velha, Município de Itapoá, Santa Catarina (26° 05'41"S; 48° 38'40" W 9 s.n.m.).....14
- FIGURA 2.4 Levantamento planialtimétrico da área de estudo na Reserva Volta Velha, Itapoá, SC. Escala 1:1000.....15
- FIGURA 3.1 Número total de plantas por classe de tamanho: 1 (0,43 a 1m); 2 (1,1 a 2 m); 3 (2,1 a 3m); 4 (3,1 a 4m); 5 (4,1 a 5m); 6 (5,1 a 6m); 7(6,1 a 7m) monitorados em 1998, 1999 e 2000 na Reserva Volta Velha, Itapoá,SC.....26
- FIGURA 3.2 Número de indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos por classe de tamanho: 1 (0,43 a 1m); 2 (1,1 a 2 m); 3 (2,1 a 3m); 4 (3,1 a 4m); 5 (4,1 a 5m); 6 (5,1 a 6m); 7(6,1 a 7m) monitorados em 1998, 1999 e 2000 na Reserva Volta Velha, Itapoá,SC.....27
- FIGURA 3.3 Diagrama de caixa para as classes de altura de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. nos períodos 1998/1999 e 1999/2000. M= indivíduos masculinos; F= indivíduos femininos; NR= indivíduos não reprodutivos; P= taxa de sobrevivência e permanência na mesma classe. As setas preenchidas em preto indicam a probabilidade de sobreviver e crescer para a classe seguinte (G). As setas tracejadas indicam o número de indivíduos que quebraram.....34
- FIGURA 4.1 (A): dados de distribuição das temperaturas médias e B: distribuição da média da precipitação acumulada diária entre julho de 1998 e julho de 2000, obtidos na Estação Meteorológica de Guaratuba- SIMEPAR.....48
- FIGURA 4.2 Acompanhamento fenológico de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha, Itapoá – SC (A) Floração e (B) Frutificação.....55
- FIGURA 6.1 Aspectos estruturais da folha de *Hedyosmum brasiliense* Mart.ex Miq. A: Vista frontal da face adaxial da epiderme; B: Detalhe da face adaxial em vista frontal, evidenciando as células secretoras da epiderme; C: Vista frontal da face abaxial (MEV); D: Detalhe do estômato, em vista frontal da face abaxial

(MEV); E: Detalhe dos esclereídes; F: Desenho esquemático da face abaxial, evidenciando estômatos; G: Vista frontal dos hidatódios; H: Desenho esquemático da secção transversal do pecíolo, evidenciando a distribuição dos feixes vasculares e dutos; I: Detalhe, em secção transversal, do feixe condutor de menor porte; J: Secção transversal da região da nervura central; K: Secção transversal do mesofilo; L: Detalhe da domácia sobre a nervura central da face abaxial da folha.....81

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1	Teste de Kruskal Wallis para a estrutura de tamanho da população de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. entre os anos de 1998, 1999 e 2000..	28
TABELA 3.2	Comparações dos coeficientes de variação (CV) para as distribuições de altura entre os indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. em 1998, 1999 e 2000.....	28
TABELA 3.3	Amplitude da taxa de crescimento em altura ($m.ano^{-1}$) de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. para os períodos 1998/1999 e 1999/2000.....	30
TABELA 3.4	Amplitude da taxa de crescimento em área da copa ($m^2.ano^{-1}$) de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. para os períodos 1998/1999 e 1999/2000.....	31
TABELA 3.5	Taxa de crescimento médio em altura de indivíduos masculinos, femininos, não reprodutivos jovens e não reprodutivos adultos de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. para o período 1998/2000.....	31
TABELA 3.6	Taxas de sobrevivência e taxas de transição para a classe seguinte em a) indivíduos masculinos, b) femininos e c) não reprodutivos de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. em cada classe de tamanho no período de 1998/1999 e 1999/2000	33
TABELA 4.1	Acompanhamento fenológico de <i>Hedyosmun brasiliense</i> Mart. Ex Miq. em indivíduos femininos (n=18). Legenda: (**) brotamento; (- -) botões florais; (! !) flores abertas; (xx) frutos verdes; (oo) frutos maduros.....	50
TABELA 4.2	Acompanhamento fenológico de <i>Hedyosmun brasiliense</i> Mart. ex Miq. em indivíduos masculinos (n=18). Legenda (**) brotamento; (–) botões florais; (!!) flores abertas.....	53
TABELA 5.1	Resumo da análise de variância da germinação de sementes de <i>Hedyosmum brasiliense</i> em dois substratos e quatro regimes de qualidade de luz.....	68
TABELA 5.2	Porcentagem de germinação das sementes de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. sob duas condições de umidade e quatro regimes de qualidade de luz.....	68
TABELA 5.3	Resumo da análise de variância da germinação de sementes de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. em dois substratos e quatro regimes de umidade.....	69
TABELA 5.4	Porcentagem de germinação das sementes de <i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq. em dois substratos e diferentes regimes de umidade do substrato...	69

RESUMO

Considerando-se a crescente demanda de novos recursos de interesse medicinal associado ao conhecimento incipiente da biologia de espécies potencialmente medicinais, os estudos ecológicos fornecem bases para o estabelecimento de cultivo e para manejo sustentável. O objetivo deste estudo visou subsidiar a elaboração de um plano de manejo e/ou implantação de sistema de cultivo do arbusto dióico *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae). Esta tese está organizada em sete capítulos que apresentam dados obtidos na Reserva Volta Velha (26°04' S, 48° 38' W), Mun. Itapoá, SC durante os anos de 1998, 1999 e 2000. A descrição da espécie e de aspectos geo-climáticos, edáficos e históricos deste local de estudo estão incluídos no capítulo 2. O capítulo 3 apresenta a estrutura e dinâmica da população onde foram estudados tamanho (altura e área da copa), crescimento, sobrevivência, razão sexual e definidas sete classes de tamanho baseadas na altura. A distribuição de alturas contínua e o crescimento relativamente rápido sugerem que esta espécie está regenerando-se *in situ* e ainda, a sua alta taxa de sobrevivência revelam seu potencial para cultivo e/ou manejo sustentável. O estudo da fenologia da espécie é apresentado no capítulo 4 no qual a produção de folhas, flores e frutos foram observadas em 36 indivíduos em intervalos quinzenais durante 22 meses (setembro de 1998 a julho de 2000). A espécie é perenifólia, produzindo folhas continuamente. Todos os indivíduos floresceram durante os dois anos de estudo, iniciando no mês mais seco (Agosto), a plantas masculinas iniciaram a floração cerca de um mês antes das femininas. A maturação dos frutos iniciou durante o período quente e úmido (Janeiro) e estendeu-se até 5 meses depois. Os padrões fenológicos foram similares nos dois anos de estudo, observando-se pequenas variações temporais entre os indivíduos. A produção de folhas, flores e frutos (plantas femininas) foi alta e consistente por indivíduo. O capítulo 5 teve como objetivo examinar os efeitos da qualidade de luz e umidade do substrato na germinação das sementes, o primeiro experimento consistiu de diferentes regimes de qualidade de luz (branca, vermelha, vermelha-extrema e ausência de luz) em dois níveis de umidade (10 e 20 ml de água/gerbox), no segundo experimento foi manipulada a umidade sobre maior variabilidade (1/3 e 2/3 da capacidade de campo, capacidade de campo e saturação) em dois substratos (vermiculita e solo procedente do hábitat da espécie). A baixa germinação na condição de luz vermelha-extrema é uma indicação de que a espécie seja pioneira; a condição de solo saturado apesar de revelar baixa germinação não reduziu a viabilidade das sementes. O capítulo 6 tem como objetivo auxiliar no controle de qualidade da espécie por meio da descrição de alguns aspectos estruturais da folha. As análises anatômicas foram realizadas em folhas adultas, sendo a lâmina analisada na região mediana, ao nível da nervura central. Estômatos laterocíticos e grandes, mesófilo com parênquima paliçádico e lacunoso pouco diferenciados, presença de células epidérmicas secretoras, esclereídes, hidatódios e ductos no pecíolo constituem características próprias da espécie que podem ser usadas para testar possíveis misturas de outros produtos. O capítulo 7 apresenta um conjunto de considerações e recomendações no sentido da implementação do cultivo e manejo sustentável da espécie.

Palavras-Chave: estrutura, dinâmica de populações, fenologia, germinação de sementes, anatomia foliar.

ABSTRACT

The growing demand for medical remedies requires better understanding of the basic ecology of plants that supply the remedies, thus providing the theoretical basis for sustainably cultivating such plants. The goals of this study were to provide ecological information for the medicinal shrub *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae). This thesis is organized in seven chapters, all based on data collected from the Volta Velha Reserve (26°04' S, 48° 38' W), Itapoá, SC during 3 years (1998, 1999 and 2000). Detailed description of species and geo-climatic, soils and historic aspects of this place is presented in the chapter 2. Chapter 3 describes population structure and dynamics: plant height, crown area, growth, survival and sex ratio were studied. The continuous distribution and relatively rapid growth indicate that this shrub is regenerating *in situ* with a very high annual survival rate, hence showing promise as a sustainable source of medicinal compounds. In chapter 4 the phenology of this shrub was studied during 22 months (September 1998 to July 2000). Leaf, flower and fruit production were observed in 36 randomly selected individuals. This shrub species is evergreen with constant leaf production. All individuals flowered in both years, beginning in the drier month (August), with male plants flowering about a month before female plants. Fruit maturation began during the hot and wet period (January) and the fruiting period lasted for five months. Phenological patterns in this shrub were regular, consistent among plants and over the two years of the study. In chapter 5, humidity and light, and their possible interactions, on germination rates were examined by placing seeds in two humidity regimes (10 and 20 ml H₂O/gerbox), and four light regimes (white, red, far-red, and dark). Possible interactions between soil type and moisture content were examined with two soil types (soil and vermiculite) and four moisture levels (1/3, 2/3 and full field capacity, and saturation). Low germination rate in far red light is an indication that the plant is a pioneer species. The higher germination rates in soil at 1/3 capacity suggests that additional characteristics within the soil besides moisture may be important in germination. Also, saturated soils do not reduce seed viability, which is important for plant species found in saturated soils. Leaf structures were studied in Chapter 6 to aid in quality control of this medicinal species. Anatomical analyses were of mature leaves. Lamina were analysed at the leaf center on the level of its midrib. Laterocytic and large stomata, presence of glandular epidermal cells, undifferentiated mesophyll, sclereids, hydathodes in the lamina and ducts in the petiole are characteristics typical this species and that are useful to test the possible admixture of others products. Chapter 7 provides a synthesis of these results, in order to provide a series of considerations and recommendations for the production and sustainable use of this plant.

Key words: structure, population dynamics, phenology, seed germination, leaf anatomy.

1 INTRODUÇÃO

A intensa exploração do pau-brasil no início da colonização portuguesa, os diversos ciclos econômicos posteriores e o processo de urbanização determinaram significativa redução e fragmentação das formações florestais brasileiras. Praticamente toda a vegetação que recobria originalmente as regiões de encostas mais suaves e as planícies, ao longo da costa brasileira, foram submetidas a diferentes graus de impacto negativo pela ação antrópica, resultando em cifras alarmantes de devastação (Fund. SOS Mata Atlântica e INPE, 1993). Com relação específica à Floresta Atlântica, um dos ecossistemas tropicais mais diversos do mundo, seus remanescentes correspondem hoje a menos de 8% de sua área original. Esta fitocenose, anteriormente distribuída em uma área superior a 1,3 milhão de Km², em 17 estados brasileiros, ocupava cerca de 15% do território nacional. Entre 1990 a 1995, ocorreu desmatamento de aproximadamente 500 mil hectares no Domínio da Floresta Atlântica (Fund. SOS Mata Atlântica *et al.*, 1998), apesar de todas as manifestações realizadas para a conservação desse bioma devido à crescente valorização de sua biodiversidade.

Com respeito aos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Floresta Atlântica no Estado de Santa Catarina, e mais especificamente ao ecossistema onde se insere a Reserva Volta Velha que é categorizado como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, registrou-se para o período de 1990-95 desmatamento de 8,65% em relação aos remanescentes de 1990 (Fund. SOS Mata Atlântica *et al.*, 1998). Segundo Negrelle (1995), os remanescentes desta tipologia vegetal encontram-se somente no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e na Reserva Volta Velha. Fora destes locais, esta formação encontra-se totalmente descaracterizada face à extração contínua de madeira, expansão mal planejada de atividades agropecuárias e intensa exploração imobiliária.

Associada à devastação, existe a crescente e inaceitável perda de recursos, dentre estes, destaca-se o caso das plantas medicinais. Apesar da comprovação científica das propriedades medicinais de muitas destas plantas, aproximadamente 119 substâncias químicas puras extraídas de plantas superiores são usadas na medicina mundial (Farnsworth, 1997). Até o presente momento menos de 1% das espécies nativas foram estudadas em função do seu potencial farmacêutico (Balick *et al.*, 1996). Mais incipiente

ainda, são os estudos relativos à sustentabilidade frente ao processo extrativista que abastece este mercado (Negrelle, 1998).

A busca de novas espécies está acirrando os debates sobre a importância da preservação da biodiversidade e da necessidade de intensificar estudos ecológicos, farmacêuticos e agrônômicos de espécies nativas, que possam orientar o manejo sustentável e/ou cultivo destas.

Quando uma espécie vegetal é identificada como possuidora de valor comercial, ela pode ser explorada em seu hábitat nativo ou pode ser cultivada e domesticada. Em ambos os casos são necessários a proteção e conservação do hábitat. No primeiro caso, para preservar o recurso natural para uma produção contínua e no segundo para conservar os recursos genéticos visando a manutenção e melhoria da produtividade (Frankel *et al.*, 1995).

Entre as espécies da Floresta Atlântica, *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex. Miq. é conhecida na medicina popular como cidrão, entre outras denominações regionais, sendo utilizada para o tratamento de enxaquecas, doenças dos ovários, frieiras e reumatismos (Reitz, 1965). Apesar dos estudos fitoquímicos e farmacológicos já realizados (Gabriel, 1991; Guedes, 1997), que comprovam suas propriedades analgésicas e antimicrobianas, muito pouco se conhece com relação a sua biologia. Devido ao valor medicinal, *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. e outras espécies tropicais, podem tornar-se alvo da exploração indiscriminada. Apesar de ainda não estar submetida à forte pressão extrativista, as propriedades medicinais desta espécie lhe conferem especial atrativo para tal prática.

A sustentabilidade de uma espécie em particular, é determinada principalmente pelo balanço entre as taxas de natalidade e mortalidade dos indivíduos dentro de uma população. Dados de crescimento, sobrevivência e reprodução de uma população constituem a base para o desenvolvimento de um sistema de manejo que maximize o retorno econômico vindo da exploração desta espécie e, ao mesmo tempo, venha garantir a persistência dessa população a longo prazo (Lande, 1988). Infelizmente, muitas decisões a respeito de manejo são baseadas mais na facilidade de implementação ou acessibilidade de alguns estádios de vida particulares do que nas expectativas iniciais claras das respostas da população ao manejo (Crouse *et al.*, 1987). Sob o ponto de vista do cultivo, é importante conhecer os processos naturais do desenvolvimento de indivíduos em seu local de origem com a finalidade de avaliar as taxas de crescimento, a fenologia e a reprodução.

Desta forma, o presente trabalho visou realizar estudos auto-ecológicos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. visando subsidiar a elaboração de um plano de manejo sustentável e/ou implantação de sistema de cultivo.

O trabalho de campo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Volta Velha (Dec. Fed. nº 99914), no Município de Itapoá, ao norte do Estado de Santa Catarina avaliando e monitorando, durante três anos, indivíduos da espécie foco desta pesquisa.

O resultado desta pesquisa é aqui apresentado em capítulos: No capítulo 2 apresenta-se a revisão de literatura de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. e a descrição de aspectos geoclimáticos, edáficos e históricos do local de estudo.

No capítulo 3 apresenta-se os resultados do estudo populacional englobando o acompanhamento individual das plantas quanto a estrutura, dinâmica de crescimento e sobrevivência no local de estudo.

No capítulo 4 são apresentados os padrões fenológicos de produção de folhas, flores e frutos da espécie e sua relação com alguns fatores abióticos.

No capítulo 5 trata-se do comportamento germinativo da espécie em relação às diferentes condições de qualidade de luz e umidade do substrato.

No capítulo 6, em uma etapa posterior, caracteriza-se aspectos estruturais da folha de maneira a subsidiar o controle de qualidade do comércio e industrialização da espécie.

Finalizando este documento, apresenta-se um conjunto de considerações e recomendações no sentido da implementação de plano de manejo sustentável da espécie.

REFERÊNCIAS

- BALICK, M.J.; ELIZABETSKY, E.; LAIRD, S.A. **Medicinal resources of the tropical forest**. New York :Columbia University Press,1996. 440p.
- CROUSE, D. T.; CROWDER, L. B.; CASWELL, H. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. **Ecology**, Washington, v. 68, n. 5, p. 1412-1423, 1987.
- FARNSWORTH, N.R. Testando plantas para novos remédios. In: WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p.107-125.
- FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H. D.; BURDON, J. J. **The conservation of plant biodiversity**. Cambridge: Cambridge University, 1995, 299p.
- FUNDAÇÃO S.O.S MATA ATLÂNTICA; INPE. **Evolução dos remanescentes e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1985-1990**. São Paulo: Fundação S.O.S Mata Atlântica, Instituto de Pesquisas Espaciais Relatório, 1993. 42p.

FUNDAÇÃO S.O.S MATA ATLÂNTICA; INPE; ISA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995**. São Paulo: Fundação S.O.S Mata Atlântica, Instituto de Pesquisas Espaciais, Instituto Socioambiental, 1998. 54p.

GABRIEL, M. M. **Estudo fitoquímico do óleo essencial de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. Chloranthaceae**. Curitiba, 1991. 132f. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Paraná.

GUEDES, A. **Estudo químico e avaliação da atividade analgésica e antimicrobiana de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae)**. Florianópolis, 1997. 127f. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Catarina.

LANDE, R. Genetics and demography in biological conservation. **Science**, Washington, v. 241, p. 1455-1459, 1988.

NEGRELLE, R. R. B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da floresta atlântica na reserva Volta Velha, mun. Itapoá, SC**. São Carlos: 1995, 222p. Tese (Doutorado). Curso de pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.

NEGRELLE, R. R. B. Exploração e comércio de produtos vegetais não-madeiráveis: o caso das plantas medicinais. In: LIMA, R. E.; NEGRELLE, R. R. B. **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná: Diagnóstico**. Curitiba: UFPR, 1998. 83-91.

REITZ, P. R. Clorantáceas. In: REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1965. p. 1-10.

2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A ESPÉCIE E LOCAL DE ESTUDO

2.1 *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq

Hedyosmum brasiliense Mart. ex Miq é um arbusto dióico (Figura 2.1A), que pode alcançar até 6 metros de altura (Reitz, 1965). Alguns indivíduos podem apresentar mais de um eixo caulinar e raízes adventícias, as quais, representam uma adaptação aos solos mais baixos e alagáveis onde é registrada a sua ocorrência. As folhas apresentam formas oblongas ou oval-oblongas, bainha e estípulas e são glabras (Reitz, 1965).

A planta feminina apresenta inflorescência disposta em pequenas e densas panículas (Figura 2.1C); as flores são pequenas, esverdeadas e apresentam brácteas carnosas, unidas entre si e ultrapassando o ovário trígono, com estigma curto e de margens densamente papilosas (Figura 2.2A). A planta masculina apresenta inflorescência do tipo espiga e a flor é extremamente reduzida, sendo constituída de um único estame (Figura 2.1B); as anteras são sésseis e apresentam deiscência longitudinal por 2 fendas (Figura 2.2B); os grãos de pólen são abundantes e de coloração amarela, de forma esférica ou oval, exina lisa, poro germinativo único em fenda, monocolpado (Reitz, 1965). Segundo Barth e Barbosa (1975), os grãos de pólen apresentam tamanho médio, ligeiramente alongados no sentido polar, heteropolares, 1-tremados, tendendo a ana-policolpados, de superfície finamente reticulada (Figura 2.2C). A abertura corresponde em geral a uma área apertural ramificada, semelhante a uma estrela com cinco a sete braços (Figura 2.2D), apresentando geralmente granulações de sexina; quando estes braços estão isolados, isto é, no centro da área ocorre uma exina completa, semelhante a um apocolpo, o aspecto da abertura corresponde a numerosos colpóides.

Segundo Reitz (1965) o fruto é uma pequena drupa, 3-5 mm de comprimento por 2-3 mm de diâmetro, trígono, ápice carunculado, endocarpo liso de consistência pétrea, brácteas envolventes carnosas e, durante a maturação são de viva coloração branco-láctea (Figura 2.1D). No entanto, na mais recente classificação de Barroso *et al.* (1999) o tipo do fruto é referido como bacáceo, que apresenta uma estreita faixa de consistência mais ou menos firme, correspondente ao endocarpo. É originário de ovário ínfero, de modo que sua parede carnosa deve sua espessura, em maior parte, ao receptáculo floral. A semente é

pêndula, com testa membranácea, endosperma farto e carnosos e embrião de tamanho reduzido (Figura 2.1E).

A espécie apresenta muitas características de plantas anemófilas (Occhioni, 1954; Barroso, 1978). Occhioni (1954) acredita que a dispersão da espécie é realizada por pássaros (também observado em campo) que são atraídos pelos seus frutos, os quais são da cor branco-láctea, que contrasta com as folhas verdes.

O nome *Hedyosmum* vem do grego hedy (agradável) e osmum (cheiro), referindo-se ao odor que lembra pimenta, limão e aniz. Este gênero da família Chloranthaceae é o único encontrado na América (Todzia, 1988).

Como é uma planta muito comum em grande parte do Brasil e de uso na medicina popular é conhecida por várias denominações regionais: cidreira, cidrão, erva-cidreira (Santa Catarina), âmbar vegetal, chá de bugre (Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo), chá de índio (São Paulo), chá de soldado ou erva de soldado, erva almíscar, erva de bugre, canela cânfora e hortelã silvestre (Rio de Janeiro), hortelã do brejo (Rio de Janeiro, Minas Gerais) (Occhioni, 1954; Reitz, 1965).

De acordo com o sistema de classificação de Cronquist (1981), a posição taxonômica da espécie em estudo é a seguinte:

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Subclasse: Magnoliidae

Ordem: Piperales

Família: Chloranthaceae

Gênero: *Hedyosmum*

Espécie: *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq.

A ocorrência da espécie foi registrada na Bolívia (Reitz, 1965), no leste do Paraguai (Todzia, 1988) e no Brasil, nas Regiões Central, Sudeste e Sul, e ainda, no Estado do Pará foi encontrada em solos arenosos da campinarama. No planalto central ocorre nas florestas de galeria, nos campos adjacentes ou no cerrado em elevações de 900-1550 m. Também ocorre nos Estados de Mato Grosso (Hatschbush e Koczicki, 1973), Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Reitz, 1965). No Paraná foi encontrada nos Municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Sengés. Ocorre principalmente na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas tendo preferência a pequenos cursos de água, onde pode formar agrupamentos bastante densos; mais esporádica em algumas encostas de morro de solo mais enxuto, onde aliás foram encontrados os maiores exemplares (Município de Guaraqueçaba), tornando-se rara acima

dos 50 metros sobre o nível do mar e no planalto onde foi localizada somente em pequena mata de galeria em plena região de cerrado (Município de Sengés) (Hatschbach e Koczicki, 1973). Em Santa Catarina foi observada na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Reitz, 1965) e até 1200 metros na Floresta Ombrófila Densa Montana (Todzia, 1988), nos municípios de Garuva, São Francisco do Sul, Araquari, Itajaí, Brusque e Palhoça, onde possivelmente se encontra o seu limite austral (Reitz, 1965).

Na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, existente entre São Francisco do Sul e Araquari, torna-se por vezes uma das espécies mais importantes no estrato médio. Em Porto de Canoas (Garuva), foi constatada uma densidade de 15 indivíduos por 100 metros quadrados. No interior mais desenvolvido desta Floresta a sua distribuição é muito irregular e descontínua, podendo faltar completamente em grandes distâncias. Ocorre em vales estreitos e íngremes, bem como nas proximidades de regatos, onde pode formar pequenos agrupamentos bastante densos (Reitz, 1965).

Segundo avaliação de Todzia (1988) e Barbosa (1997) a presença de *Hedyosmum brasiliense* em ambientes de clareiras causadas pela ação antrópica demonstra que a espécie é favorecida por esta situação, formando grandes agrupamentos em áreas devastadas. A ocorrência de populações desta espécie no Parque Botânico Morro do Baú-SC e as características por ela apresentadas levaram Reis (1993) a classificá-la como espécie pioneira de condições edáficas e antrópicas.

Esta espécie tem sido reportada na literatura como de uso popular associado aos seus princípios aromáticos, tônicos e antitérmicos (Occhioni, 1954; Reitz, 1965; Hatschbach e Koczicki, 1973). No Brasil, é utilizada na medicina popular contra enxaquecas, doenças dos ovários, frieiras e reumatismos causados pelo frio (Correa, 1926; Occhioni, 1954; Reitz, 1965; Hatschbach e Koczicki, 1973).

Occhioni (1954) relata a existência de óleo essencial extraído de folhas frescas, 0,14% e da casca do caule finamente moído 0,15%. Este autor cita a presença de uma goma com aspecto gelatinoso, insolúvel em água, detectada na região medular do caule, pecíolo e da nervura das folhas e também do ácido clorogênico.

Posteriormente, Gabriel (1991) estudando a composição química do óleo essencial de folhas frescas, concluiu: o rendimento médio anual de óleo essencial foi de 0,33%; apresenta significativa variação quantitativa entre as estações do ano; densidade relativa $^{20}D^{20} = 0,9349$; índice de refração $^{20}D^{20} = 1,4878$; poder rotatório $^{20}D^{20} = + 13,36$; solubilidade em etanol: (1 parte de óleo essencial é miscível em 26 partes de etanol a 80% e em 60 partes de etanol a 70%); a essência é de composição química complexa, com mais de 80 componentes; onde já foram caracterizados 31 compostos: α pineno, sabineno, β pineno,

mirreno, ocimeno, α felendreno, p-cinemo, β felendreno, 1,8 cineol, terpineno, δ terpineno, linalol, acetato de linalila, borneol, estragol, crisantenona, terpineol-4, α terpineol, nerol, geraniol, citronelal, acetato de terpinila, metil eugenol, α copaeno, β elemeno, β cariofileno, calareno, α humuleno, germacreno D, δ cadineno e espatulenol. Ainda que não tenham sido identificados todos os componentes do óleo essencial, pode-se constatar, pelos espectros de massa, o grande número de compostos sesquiterpênicos. O óleo essencial apresenta ação antibacteriana, com maior atividade o obtido da planta no período de floração.

Guedes (1997) dando continuidade ao estudo químico e farmacológico demonstrou que esta espécie apresenta forte efeito analgésico e importante atividade antimicrobiana em ensaios com ratos, o que vem de encontro à sua utilização na medicina popular. Os compostos isolados são todos inéditos para o gênero *Hedyosmum*, sendo os compostos S2-811, HB-5 e HB-8 inéditos para a família Chloranthaceae. Segundo este autor, novos testes biológicos devem ser realizados devido a grande diversidade de atividades biológicas com que a família está relacionada. O composto HB-15 apresenta vários sítios reativos importantes, o que sugere ser viável a realização de estudos de relação estrutura-atividade.



FIGURA 2.1 - *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha, Itapoá SC. A: indivíduo adulto; B: inflorescência masculina; C: inflorescência feminina; D: infrutescência; E: semente; F: plântula.

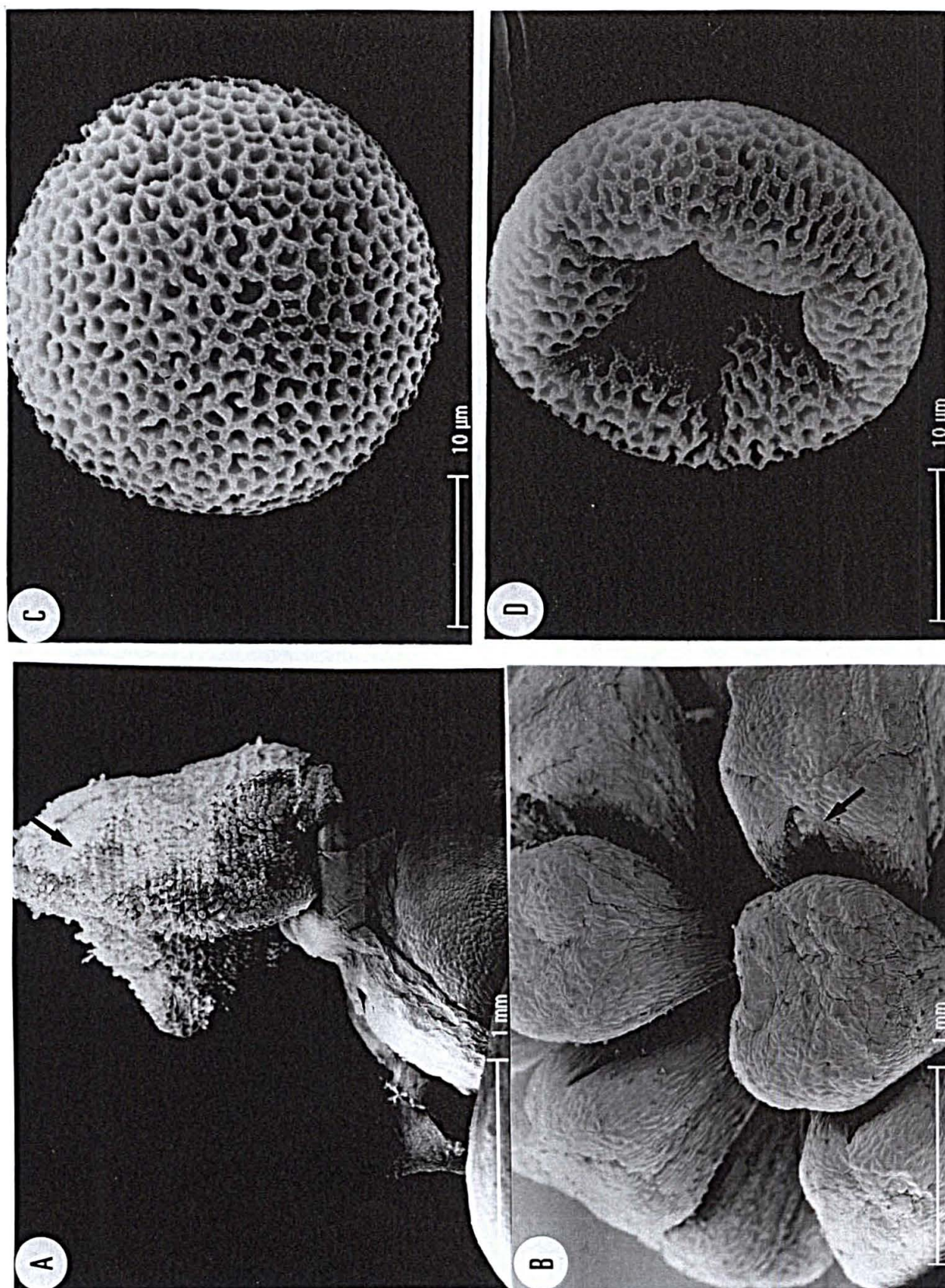


FIGURA 2.2 - *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. A: estigma papiloso; B: detalhe da deiscência da antera; C: grão de pólen; D: abertura do grão de pólen. MEV.

2.2 LOCAL DE ESTUDO

2.2.1 A Reserva Volta Velha

Esta pesquisa foi realizada na Reserva Volta Velha, Município de Itapoá, Santa Catarina (26° 04' S, 48° 38' W Gr). A área destinada à Reserva (586 ha) faz parte da Fazenda Palmital (1186 ha) e é gerenciada pela Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA – CGC 77.503.951 / 00001-08) organização não governamental sem fins lucrativos. Está incluída na categoria de Reserva Particular do Patrimônio Natural (Portaria nº 070/92 - N - IBAMA) e é considerada área piloto da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (Corrêa, 1995), representando a mais significativa unidade de conservação de Floresta Atlântica de Planície Quaternária do Estado de Santa Catarina.

Esta área, cuja sede apresenta altitude aproximada de 9 m sobre o nível do mar, dista aproximadamente 5 Km do Oceano Atlântico e 10 Km do sopé da Serra do Mar (Figura 2.3). A região onde se insere a Reserva Volta Velha constitui parte da planície quaternária que se estende do Município de Guaratuba, PR até o Rio Itapocú, SC, sendo originalmente coberta por Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Tropical Atlântica e ecossistemas associados (Klein, 1978; Leite e Klein, 1990). Este tipo florestal é caracterizado por sua fitofisionomia alta e densa e pela presença de espécies representativas de várias formas biológicas compondo diferentes estratos. Apresenta ambiente sombreado e úmido no estrato inferior e presença de grande número de lianas, epífitas, fetos arbórescentes e algumas palmeiras. Atualmente a Reserva apresenta áreas florestadas com diferentes níveis de interferência antrópica, área de pastagem, áreas de cultivo, áreas pantanosas, dois depósitos antropogênicos de conchas datando cerca de 3500 anos, cursos d'água e ainda nascente que abastece o Município de Itapoá (Negrelle, 1995).

Negrelle (1995) verificou que quanto a fitodiversidade, Volta Velha apresenta valores próximos ou mesmo superiores a vários sítios neotropicais extra-atlânticos e valores mais elevados que outros sítios latitudinalmente próximos. Estruturalmente, apresenta todas as sinúsias citadas para as florestas pluviais tropicais, contando com representantes de plantas autotróficas mecanicamente independentes (árvores, arbustos e ervas), mecanicamente dependentes (lianas, hemi-epífitas e epífitas) e plantas heterotróficas (saprófitas e parasitas). As sinúsias arbórea, arbustiva e herbácea apresentam-se distribuídas em compartimentos verticalmente distintos. Contudo, a ocorrência de indivíduos jovens das sinúsias arbóreo e/ou arbustiva, associados a espécies de lianas, em um amplo espectro de distribuição vertical, assim como de espécies herbáceas que ocupam tanto a

sinúsia herbácea quanto a de organismos epífitos, dificultam sobremaneira a visualização dessa estratificação. A sinúsia herbácea é a que se apresenta mais diferenciada, em relação a outros sítios neotropicais, exibindo uma cobertura muito densa onde a família Bromeliaceae tem fundamental importância ecológico-estrutural.

A região onde se encontra a Reserva Volta Velha está categorizada climaticamente como AB'3ra', de acordo com a classificação de Thomthwaite (1948), que expressa clima superúmido (A), mesotérmico (B'3), com pouco ou nenhum déficit hídrico (r) e evapotranspiração potencial anual que ocorre no verão abaixo de 48% (a'). Aceitando-se os critérios que definem climas tropicais, propostos por Aubréville¹ citado por Budowski (1966), observa-se que a área onde se insere a Reserva Volta Velha apesar de, geograficamente, estar fora da região tropical, climaticamente pode ser considerada como tipicamente tropical, ou seja, apresenta: 1. Temperaturas médias anuais superiores a 20° C; 2. Amplitude térmica média de 10° C; 3. Duração da estação seca menor que 3 meses (ou melhor, não apresenta estação seca); 4. Precipitação anual não inferior a 1500 mm.

Com relação à distribuição de solos na paisagem da Reserva, tem-se nos terrenos pleistocenos, cujas superfícies são mais altas, a ocorrência de areias quartzosas e predomínio de solos podzóis não hidromórficos associados ou não a solos orgânicos. Nos terrenos holocenos, com superfícies em geral mais baixas que as pleistocenas, ocorrem os solos aluviais e areias quartzosas (margem dos rios) e em superfícies bastante abaciadas há ocorrência de solos orgânicos (Negrelle, 1995).

2.2.2 Área de Estudo

A pesquisa, em questão, se restringiu a uma área de aproximadamente um hectare nas bordas de remanescente de área florestal (Floresta Ombrófila Densa) (Figura 2.3). Este local corresponde à antiga área florestada submetida a corte raso e implante de área de pastagem (cerca de 30 ha) ao longo de 1985 a 1987 e que foi, posteriormente, abandonada. Nesta área, sujeita a alagamentos periódicos, o estabelecimento de *Hedyosmum brasiliense* se dá sob estreita camada de matéria orgânica.

Para melhor caracterização da área de estudo foram realizados levantamento planialtimétrico (Departamento de Geomática) e análise granulométrica e química do solo (Departamento de Solos) pela Universidade Federal do Paraná.

¹ Aubréville, A. Quelques problèmes forestiers du Brésil. La forêt de pin de Paraná: les plantations d'eucalyptus. Bois et Forêts des Tropiques, 6: 102-117.

A partir de levantamento planialtimétrico efetuado na área evidenciou-se um ligeiro aclive para o sul e um desvio máximo de 3,09 metros (Figura 2.4). As coordenadas foram definidas no Sistema UTM do ponto OPP (ponto de início) em: Norte (7112682.827), Este (735493.870) e Cota (12.000).

Os resultados da análise granulométrica do solo indicaram a predominância da fração areia (82%) como era de se esperar em ambiente litorâneo, sendo: 42% de areia fina e 40% de areia grossa; silte 12% e argila 6%.

A partir da análise química das amostras do solo, utilizando-se os padrões apresentados em Comissão de fertilidade do solo – RS/SC (1994) e EMATER (1997), evidenciou-se: acidez muito alta ($\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ 3,10); alta concentração de alumínio (Al^{+3} 1,50 $\text{cmol}_2/\text{dm}^3$); baixa concentração de cálcio (Ca^{+2} 1,20 $\text{cmol}_2/\text{dm}^3$); alta concentração de magnésio (Mg^{+2} 1,40 $\text{cmol}_2/\text{dm}^3$); concentração suficiente de potássio (K^+ 0,22 $\text{cmol}_2/\text{dm}^3$); alta capacidade de troca de cátions (T 21,82 $\text{cmol}_2/\text{dm}^3$); concentração de fósforo muito baixa (7,0 mg/dm^3); alta concentração de carbono (C 45,6 g/dm^3) e saturação por bases muito baixa (V 12,92%).

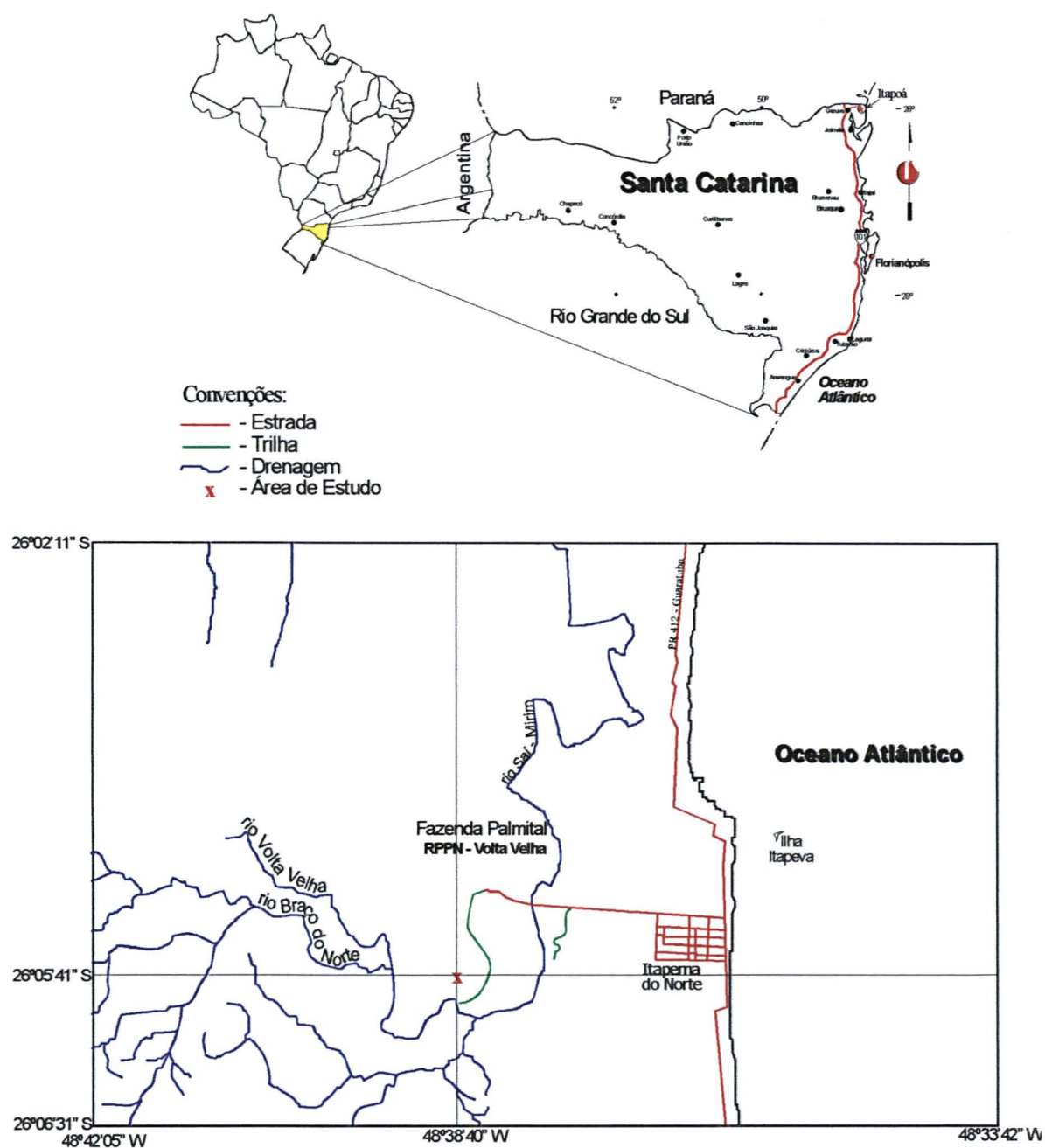


FIGURA 2.3 - Localização da área de estudo, Reserva Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina (26°05'41''S;48°38'40''W, 9 s. n. m.).

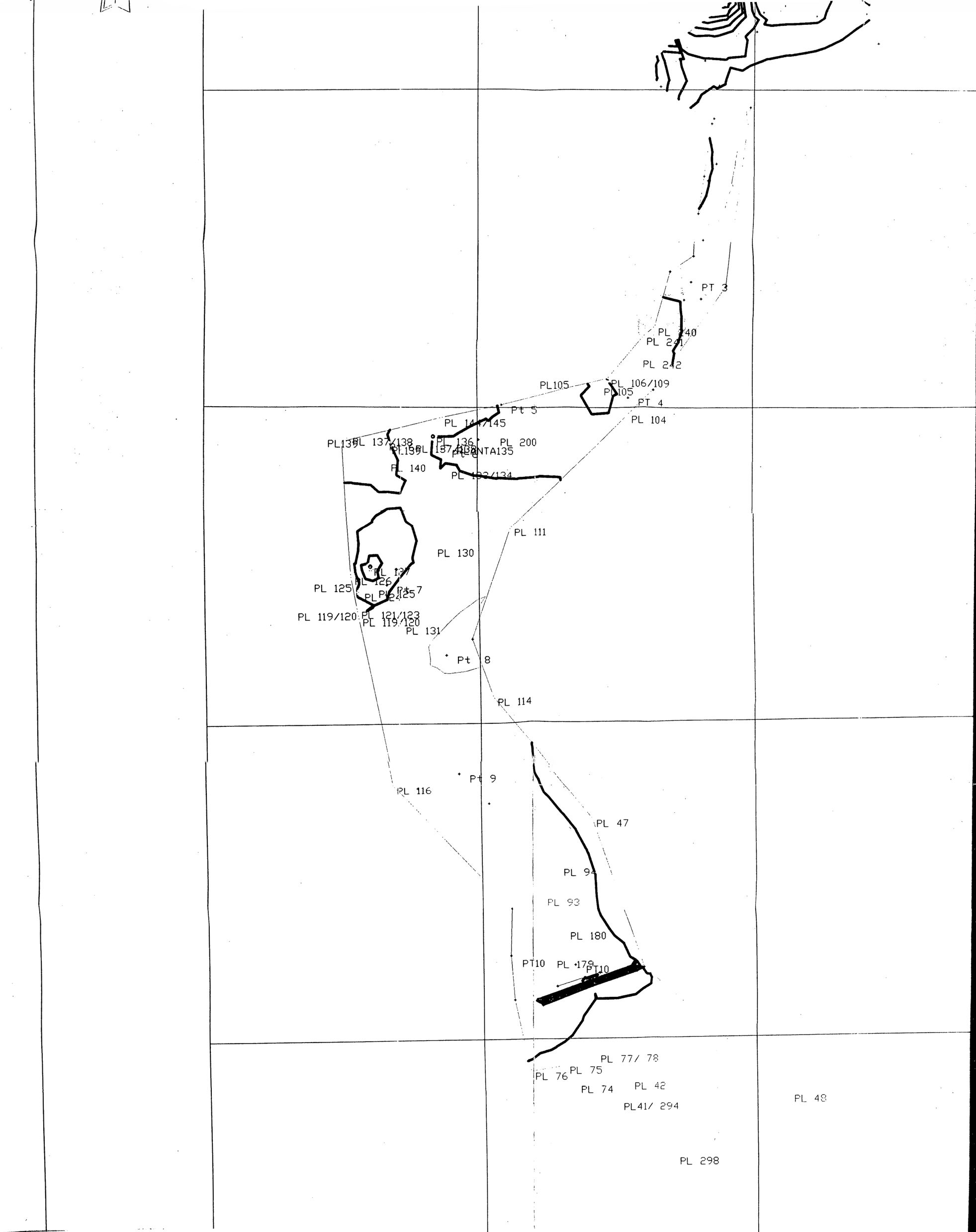


FIGURA 2.4 – Levantamento planialtimétrico da área de estudo na Reserva Volta Velha, Itapoá-SC. Escala 1:1000.

2.3 REFERÊNCIAS

- BARBOSA, L. R. **Estudo das potencialidades de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae) para seu manejo em regime sustentado.** Florianópolis, 1997. 59f. Monografia (Graduação) Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BARROSO, G. M.; GUIMARÃES, E. F.; ICHUSO, C. L. F. ; COSTA, C. G.; PEIXOTO, A. L. **Sistemática de angiospermas do Brasil**, v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 1978. 255p.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHUSO, C. L. F. **Frutos e Sementes – Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas.** Viçosa: Ed. da UFV, 1999. 443p.
- BARTH, M. O.; BARBOSA, A. F. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil meridional – Chloranthaceae e Piperaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 73, n. ½, p. 101-108, 1975.
- BUDOWSKI, G. Los bosques de los trópicos húmedos de América. **Turrialba**, San Jose, v. 16, n.3, p. 278-285, 1966.
- CORRÊA, F. A. **A reserva da biosfera da Mata Atlântica – roteiro para o entendimento de seus objetivos e seu sistema de gestão.** São Paulo: Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1995. 27p. (caderno n. 2)
- CORREA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926, v.2, 209p.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants.** New York: Columbia University Press, 1981. 121p.
- EMATER. **Análise de solo, tabelas para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados.** 4. ed. Curitiba: EMATER, 1997. 66 p. (informação técnica n. 31).
- GABRIEL, M. M. **Estudo fitoquímico do óleo essencial de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. Chloranthaceae.** Curitiba, 1991. 132f. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Paraná.
- GUEDES, A. **Estudo químico e avaliação da atividade analgésica e antimicrobiana de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae).** Florianópolis, 1997. 127f. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Catarina.
- HATSCHBACH, G.; KOCZICKI, C. Clorantáceas do Estado do Paraná. **Boletim do Museu Botânico do Estado do Paraná**, Curitiba, n. 7, p. 1-5, 1973.
- KLEIN, R. M. **Contribuição ao conhecimento da flora e vegetação do Vale do Itajaí.** São

Paulo, 1978. 153f. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de São Paulo.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 113-150.

NEGRELLE, R.R.B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da floresta atlântica na reserva Volta Velha, mun. Itapoá,SC**. São Carlos: 1995, 222f. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.

OCCHIONI, P. **Contribuição ao estudo da família Chloranthaceae com especial referência ao gênero *Hedyosmum* Sw.** Rio de Janeiro, 1954, 176f. Tese (Professor Catedrático). Faculdade de Farmácia, Universidade do Brasil.

REITZ, P. R. Clorantáceas. In: REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1965. p. 1-10.

REIS, A . **Manejo e conservação das florestas catarinenses**. Florianópolis, 1993, 137f. Tese (Professor Titular de Botânica Aplicada). Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.

TODZIA, C. A. Chloranthaceae: *Hedyosmum*. **Flora Neotropica**, New York, n. 48, 139p. 1988.

THORNTON, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, p. 55-94. 1948.

3 ESTRUTURA E DINÂMICA DE POPULAÇÃO DE *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (CHLORANTHACEAE) NA RESERVA VOLTA VELHA, ITAPOÁ-SC.

RESUMO: Considerando-se a crescente demanda de novos recursos de interesse medicinal associado ao conhecimento incipiente da biologia de espécies potencialmente medicinais, os estudos de estrutura e dinâmica de populações fornecem bases para o estabelecimento de cultivo e para manejo sustentável em seu ambiente natural. O objetivo deste estudo foi avaliar a estrutura de tamanho e dinâmica de população de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha (26°04' S, 48° 38' W), Itapoá, SC, visando subsidiar plano de manejo sustentável. Durante 3 anos (1998 a 2000) foram monitorados 300 indivíduos em diferentes estádios de desenvolvimento quanto ao tamanho (altura e área da copa), razão sexual, crescimento, mortalidade e desta população. Foram definidas sete classes de tamanho baseadas na altura. A estrutura da população permaneceu estável durante o período de estudo. A maior densidade de plantas foi registrada nas classes de altura entre 1 e 3 metros. Menos de 3% da população era representada por indivíduos maiores que 5 metros. As distribuições foram contínuas, não sendo encontradas classes vazias. Não houve diferença significativa nas distribuições de tamanho entre os indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos (Kruskal-Wallis, $H=0,11$, $p=0,95$). A taxa de crescimento em altura foi maior em plantas não reprodutivas (ANOVA, $F=13,41$, $GL=3$, $p<0,05$). Em geral, as taxas de sobrevivência foram altas e os indivíduos não reprodutivos apresentaram 100% de sobrevivência. Não há diferença significativa na razão entre os sexos ($\chi^2=3,75$, $p=0,054$). A distribuição de alturas contínua e o crescimento relativamente rápido sugerem que *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. está regenerando-se *in situ* e ainda, a sua alta taxa de sobrevivência revelam seu potencial para cultivo e/ou manejo sustentável.

Palavras chaves: dinâmica populacional, altura, crescimento, sobrevivência, razão sexual

POPULATION STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE SHRUB *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (CHLORANTHACEAE) IN THE VOLTA VELHA RESERVE, ITAPOÁ-SC.

ABSTRACT: The growing demand for natural medical remedies requires better understanding of basic ecology of plants that supply the remedies, to provide the theoretical basis for planning and sustainably cultivating such plants. The goals of this study were to provide such information for a population of the medicinal shrub, *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. in the Volta Velha Reserve, Itapoá, SC, Brazil (26°04' S, 48° 38' W). Plant height, crown area, growth, survival and sex ratio were studied for three years (1998-2000). Seven size classes based on height were designated for comparisons. Size structure of the population remained stable and similar with size classes 1-3 being the most abundant, while less than 3% were greater than 5m in height. The distribution was continuous, with no empty size classes. All sexes were equally represented in all size classes (Kruskal-Wallis, $H=0,11$, $p=0,95$). Growth rate was greatest in non-reproductive plants when compared to reproductive, while male and female growth rates were similar (ANOVA, $F=13,41$, $GL=3$, $p<0,05$). Survival rates were all high ($>90\%$ year⁻¹) and for non-reproductives was 100% year⁻¹. The sex ratio was marginally significant, suggesting a greater number of male plants (1,28:1,

$\chi^2=3,75$, $p=0,054$). The continuous distribution and relatively rapid growth indicate that *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. is regenerating *in situ*, and high survival rate and hence shows promise as a source of medicinal compounds.

Keywords: population dynamics, height, growth, survival, sex ratio.

INTRODUÇÃO

As estruturas identificadas em populações de plantas são resultado da ação de forças bióticas e abióticas nas quais seus membros e em alguns casos seus ancestrais, haviam sido expostos no passado (Hutchings, 1997).

A estrutura de uma população pode ser definida segundo diferentes parâmetros como estrutura: genética, espacial, etária e estrutura de tamanho (Silvertown e Lovett Doust, 1993). Desta forma, a tipologia estrutural pode fornecer informações sobre a capacidade de regeneração da população ou sobre eventuais ocorrências em determinado local (Harper, 1977).

A estrutura espacial caracteriza a variação da densidade dentro da população (Silvertown e Lovett Doust, 1993). Segundo Hubbell (1979) a maioria das populações de espécies arbóreas de florestas tropicais tendem a apresentar uma distribuição agrupada. A agregação dos indivíduos pode ser promovida pelo processo de dispersão e pela distribuição de microsítios favoráveis ao recrutamento. No entanto, a densidade de indivíduos nestes agrupamentos pode ser reduzida pela mortalidade, em razão da predação, patógenos ou estresses físicos (Van Groenendael *et al.*, 1996).

A estrutura etária quantifica o número de indivíduos jovens e adultos na população. Considerando-se que a idade das plantas é um dado de difícil determinação, a estrutura etária pode ser descrita com auxílio de algum tipo de marcador morfológico (anéis de crescimento ou cicatrizes foliares) para a contagem do tempo. Em alguns casos, a população pode ser sacrificada ou ainda, pode ser descrita a partir da observação individual da entrada das plantas na população. No entanto, este é um método trabalhoso e dependendo do ciclo de vida da planta pode demandar muito tempo (Hutchings, 1997).

Devido a essa dificuldade, principalmente para espécies tropicais, freqüentemente se descreve a estrutura de tamanho (Casillas, 1985), a qual quantifica o número relativo de indivíduos grandes e pequenos (Silvertown e Lovett Doust, 1993). Vários autores têm considerado o tamanho como sendo o melhor descritor da aptidão da planta e do comportamento da população (Harper e White, 1974; Gatsuk *et al.*, 1980; Begon *et al.*, 1996). O tamanho do indivíduo pode ser representado por seu volume, altura, diâmetro, massa ou número de folhas. Para algumas espécies, a classificação dos indivíduos pelo

tamanho pode ser somada à classificação em estádios ontogenéticos (Begon *et al.*, 1996).

As populações apresentam uma marcada hierarquia de tamanho, que segundo Weiner e Solbrig (1984) pode ser aplicada às populações que apresentam os seguintes atributos: uma grande variação no tamanho dos indivíduos; a existência de muitos indivíduos pequenos e relativamente poucos indivíduos grandes; e a contribuição mais significativa da biomassa total da população representada por indivíduos grandes. As diferenças de tamanho em uma população de plantas podem ser determinadas por vários fatores: diferenças de idade; diferenças genéticas; heterogeneidade ambiental; efeitos maternos; efeitos diferenciais de herbívoros, parasitas e patógenos ou ainda, pela competição. Conseqüentemente, as distribuições de tamanho resultarão das interações entre esses fatores (Weiner e Thomas, 1986).

Dentro do estudo de população, as diferenças nas taxas de crescimento podem influenciar o desempenho das plantas e a probabilidade de sobrevivência dos indivíduos, sendo importantes para o entendimento da dinâmica populacional. O crescimento é um processo metabólico complexo, resultante do balanço entre uma multiplicidade de reações anabólicas e catabólicas, envolvendo divisão e expansão celular. O desenvolvimento de uma planta pode ser dividido em diferentes estádios ontogenéticos e a variação da disponibilidade de recursos pode afetar o crescimento de forma diferenciada na ontogenia. Entre esses recursos, a luz é um dos principais fatores envolvidos no processo de regeneração e crescimento de espécies florestais, sendo inclusive utilizada para classificá-las em grupos ecológicos (Budowski, 1965; Denslow, 1980; Swaine e Whitmore, 1988). Segundo Denslow (1980) as espécies podem ser classificadas em três categorias: a) Pioneiras: espécies especialistas em clareiras grandes, cujas sementes germinam somente sob alta temperatura ou luminosidade; B) Secundárias: espécies que aceitam sombreamento parcial, mas necessitam de luz para crescerem e reproduzirem; c) Tolerantes: espécies que definem a estrutura da floresta e estabelecem-se nas condições de sub-bosque.

As plantas desenvolveram, evolutivamente, adaptações morfológicas para aumentarem suas habilidades competitivas (King, 1981). As árvores que crescem em floresta com dossel fechado tendem a ter copas menores, concentradas na extremidade distal do caule e são estruturalmente mais simples que os indivíduos que crescem em ambientes abertos (O'Brien *et al.*, 1995). Sendo assim, os fotossintatos são alocados principalmente para o crescimento em altura, ao invés de serem alocados para o crescimento em diâmetro, produção de ramos laterais e folhas (King, 1996; Aiba e Kohyama, 1996; Sterck e Bongers, 1998). Por outro lado, em locais mais iluminados, as

plantas podem alocar maior proporção de seus assimilados para a expansão da copa, interceptando maior quantidade de luz (King, 1996).

A dinâmica de população compreende a forma pela qual os fatores bióticos e abióticos interagem e levam a mudanças no número de plantas no tempo e no espaço (Watkinson, 1997). Pela quantificação do número de nascimentos, mortes e dispersão de sementes, é possível determinar se a população encontra-se em equilíbrio, redução ou expansão (Leite *et al.*, 1982) questionando-se a razão pela qual algumas espécies são raras e outras comuns e quais são os processos responsáveis por essas flutuações numéricas.

Segundo Piñero *et al.* (1986) os dados demográficos básicos usualmente estimados são: a) a idade ou estágio de desenvolvimento do indivíduo; b) as probabilidades de sobrevivência em cada idade ou categoria de estágio e c) a fecundidade durante a fase reprodutiva.

Em um grande número de espécies tem sido demonstrado que o tamanho da população frequentemente permanece mais ou menos constante de um ano para outro, enquanto que em outras a taxa de crescimento da população decresce em função do tamanho da mesma (Watkinson, 1997). Em condições naturais, as mudanças no tamanho da população através do tempo decorrem da resposta dinâmica do tamanho da população em um ambiente constante (ajuste demográfico) e das mudanças da população como resposta às mudanças no ambiente (ajuste dirigido pelo ambiente). Ambos os tipos de ajuste da população dependem das características biológicas particulares das espécies consideradas (Alvarez-Buylla, 1994). Assim, a estrutura de tamanho ou etária pode ter efeitos importantes nas trajetórias das populações (Lande e Orzack, 1988).

Barbosa (1997) comparou a estrutura de tamanho de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. no Parque Botânico do Morro do Baú - SC em três populações: pico de morro (ocorrência original); no meio da encosta (abertura de estrada de acesso ao pico); e em ambiente que sofreu devastação a cerca de 30 anos e verificou diferenças na estrutura da população original em relação às populações sujeitas às interferências antrópicas.

Considerando-se a crescente demanda na utilização de novos recursos de interesse medicinal associada ao conhecimento incipiente da biologia de espécies florestais, os estudos de estrutura e dinâmica de populações fornecem bases para o estabelecimento de cultivo e para a utilização sustentável dessas espécies em seus ambientes naturais. Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar a estrutura de tamanho, crescimento, mortalidade, razão sexual da população de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha visando subsidiar manejo sustentável e cultivo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A análise da estrutura de tamanho e dinâmica de população de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. foi realizada na Reserva Volta Velha em Itapoá-SC (descrição do local de estudo no capítulo 2).

Durante os meses de julho a setembro, nos anos de 1998, 1999 e 2000 todos os indivíduos de *H. brasiliense* encontrados em uma área correspondente a um hectare foram amostrados e monitorados. O tamanho da área foi determinado em função da densidade de plantas do local com base em levantamento prévio (Negrelle, 1995). As datas dos censos coincidiram com a época de florescimento, o que facilitou a identificação do sexo das plantas.

As plantas com altura superior a 0,43 metros foram marcadas com etiquetas de alumínio e mensuradas quanto a altura total e diâmetros da copa com o auxílio de trenas e vara telemétrica. O estudo restringiu-se às plantas maiores que 0,43 m devido à dificuldade de se encontrar indivíduos menores no período do primeiro censo. Em março de 2000 foram marcadas e mensuradas todas as plântulas encontradas na área, principalmente sob as plantas mãe e em um local de solo descoberto na borda da floresta, no entanto, a ocorrência de geadas no mês de julho eliminou todas estas plântulas. Considerou-se para a medida da altura, a base da planta até o ápice da folha mais alta, e para os diâmetros da copa, as medidas dos eixos maiores e menores da projeção vertical da mesma. Posteriormente, os diâmetros da copa foram calculados como área de projeção da copa em m^2 (área da elipse = $\pi \cdot a \cdot b$, onde a e b são os diâmetros da copa).

A estrutura de tamanho da população foi avaliada com base na frequência de distribuição das classes de altura para cada ano, considerando-se o total de plantas, as plantas masculinas, femininas e não reprodutivas. As classes de tamanho em altura foram definidas arbitrariamente pela dificuldade de evidenciar-se diferenças morfológicas associadas aos estádios de desenvolvimento. Procurou-se agrupar os indivíduos em classes com intervalos relativamente pequenos a fim de obter distribuições mais próximas das distribuições contínuas. O número de classes de tamanho utilizadas seguiu as recomendações de Vandermeer (1978). As sete classes de tamanho definidas corresponderam a altura em metros: classe 1 (0,43 – 1); classe 2 (1,1 – 2); classe 3 (2,1 – 3); classe 4 (3,1 – 4); classe 5 (4,1 – 5); classe 6 (5,1 – 6); classe 7 (6,1 – 7).

As diferenças nas distribuições de tamanho entre os anos foram avaliadas através do teste de Kruskal-Wallis. Como as estruturas de tamanho podem ser influenciadas pela forma como são divididas as classes de tamanho, calculou-se também o coeficiente de

variação (Bendel *et al.*, 1989) para verificar a desigualdade na distribuição das alturas dos indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos.

De modo a avaliar quantitativamente as distribuições de tamanho nas plantas algumas mensurações foram propostas (Hutchings, 1997): as mais comumente utilizadas como variância e média não são apropriadas para avaliarem a variabilidade de tamanho porque são medidas absolutas. Weiner e Solbrig (1984) argumentaram que a variabilidade de tamanho é sinônimo de desigualdade de tamanho e, por isso, melhor avaliada por medidas de desigualdade. Conseqüentemente, propuseram o coeficiente de Gini para medir esta desigualdade. Entretanto, em uma comparação entre o coeficiente de assimetria, coeficiente de variação e coeficiente de Gini como medidas de desigualdade entre populações, Bendel *et al.* (1989) propuseram que o coeficiente de variação é mais apropriado para prever a variabilidade de tamanho se é dada preferência para medidas de precisão relativa. Sendo assim, a diferença entre os coeficientes de variação foi calculada através da metodologia proposta por Lewontin (1966)¹ citado por Zar (1984, p.125-126).

A razão sexual foi determinada para o ano de 1998 e comparada com a distribuição de 1:1 pelo teste qui-quadrado.

O crescimento foi analisado pela diferença no tamanho dos indivíduos em um intervalo de tempo, sendo avaliado pela taxa de crescimento absoluto, através da fórmula $(M_1 - M_0) / T$, onde M_1 foi a medição final; M_0 foi a medição inicial e T o tempo decorrido entre as medições. Assim a diferença na altura e na área da copa será referida como crescimento em altura e crescimento em área da copa, respectivamente. Taxas de crescimento negativas, nulas ou positivas indicaram, respectivamente, diminuição (danos no crescimento), estagnação (ausência de crescimento) ou crescimento propriamente dito (aumento) no tamanho dos indivíduos sobreviventes durante todo o tempo de estudo. Para o cálculo das taxas de crescimento em altura (mediana, máxima e mínima) não foram considerados os indivíduos que apresentaram diminuição do crescimento.

O crescimento médio em altura para o período 1998/2000 foi comparado entre os indivíduos masculinos (M), femininos (F), não reprodutivos jovens (NRJ) e não reprodutivos adultos (NRA). Os NRA foram os indivíduos (n=11) encontrados na população que apresentavam tamanho de adulto (maiores de 2m) e que não produziram flores durante todo o tempo de estudo. Foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e posteriormente pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Com base nos dados coletados no período de três anos, foram calculadas as seguintes taxas para a compreensão da dinâmica da população como indicado em Matos

¹ LEWONTIN, R. C. On the measurement of relative variability. *Systematic Zool.*, v. 15, p.141-142, 1966.

(1995):

A taxa anual de sobrevivência (σ) das plantas na classe i foi calculada como o número de plantas que sobreviveram durante aquele ano (S_i) dividido pelo número de plantas vivas no início do ano (n_i). Assim:

$$\sigma_i = \frac{S_i}{n_i}$$

A mortalidade foi então calculada como: $1 - \sigma_i$. A taxa de transição (γ_i) dos indivíduos de uma classe de tamanho para a classe seguinte foi obtida considerando-se o número de plantas que passaram de uma classe de tamanho para a classe seguinte durante o ano. Para todas as classes de tamanho a taxa de transição foi calculada como o número de novas plantas sobreviventes na classe i e que apareceram anualmente, na próxima classe de tamanho (r_i) dividido pelo número de plantas que continuavam vivas na classe i no início do ano e tinham sobrevivido até o ano seguinte (S_i). Assim:

$$\gamma_i = \frac{r_i}{S_i}$$

Segundo Caswell (1989) a probabilidade de sobrevivência e permanência na mesma classe de tamanho (P_i) é definida como o produto da probabilidade de sobrevivência (σ_i) e a probabilidade de permanência na mesma classe de tamanho (igual a $1 -$ a probabilidade de passar para a próxima classe de tamanho). Assim:

$$P_i = \sigma_i (1 - \gamma_i)$$

A probabilidade de sobrevivência e crescimento para a próxima classe de tamanho (G_i) foi obtida pela multiplicação da probabilidade de sobrevivência (σ_i) pela probabilidade de transição dos indivíduos sobreviventes (γ_i):

$$G_i = \sigma_i \gamma_i$$

No mês de julho do ano 2000 ocorreram geadas de grande intensidade que danificaram muitas plantas da população. Os dados relativos à mortalidade para este ano foram reavaliados após cinco meses da ocorrência das geadas de modo a evidenciar-se possíveis rebrotas.

Para a análise da dinâmica populacional não foram consideradas as plantas não encontradas nos anos de 1999 e/ou 2000. Para auxiliar a compreensão dos processos dinâmicos elaborou-se diagramas para as sete classes de tamanho para os indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Estrutura da População

3.3.1.1 Distribuição em classes de tamanho

A densidade da população foi de 300 indivíduos por hectare, dos quais, 133 eram indivíduos masculinos, 106 indivíduos femininos e 58 indivíduos não reprodutivos. A maioria da população apresentava altura entre 1 e 3 metros e menos de 2,9% das plantas representavam indivíduos maiores que 5 metros (Figura 3.1). O maior indivíduo encontrado foi do sexo feminino e tinha 6,5 metros. As distribuições foram contínuas, não sendo encontradas classes vazias. A estrutura de tamanho dos indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos foram muito similares entre si, o número de plantas não reprodutivas decresceu a partir da classe 2, o que fez aumentar o número de plantas masculinas e femininas (Figura 3.2). Não houve diferença significativa nas distribuições de tamanho dos indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos (Kruskal-Wallis, $H=0,11$, $p=0,95$) entre os anos (Tabela 3.1). Os coeficientes de variação não indicaram grande assimetria na distribuição de altura de indivíduos masculinos e femininos, no entanto, os indivíduos não reprodutivos apresentaram maior desigualdade de tamanho (Tabela 3.2). O número de plantas avaliadas nos anos de 1999 (270) e 2000 (261) foi menor do que 1998 (300) porque algumas plantas morreram, outras foram cortadas acidentalmente ou não foram encontradas.

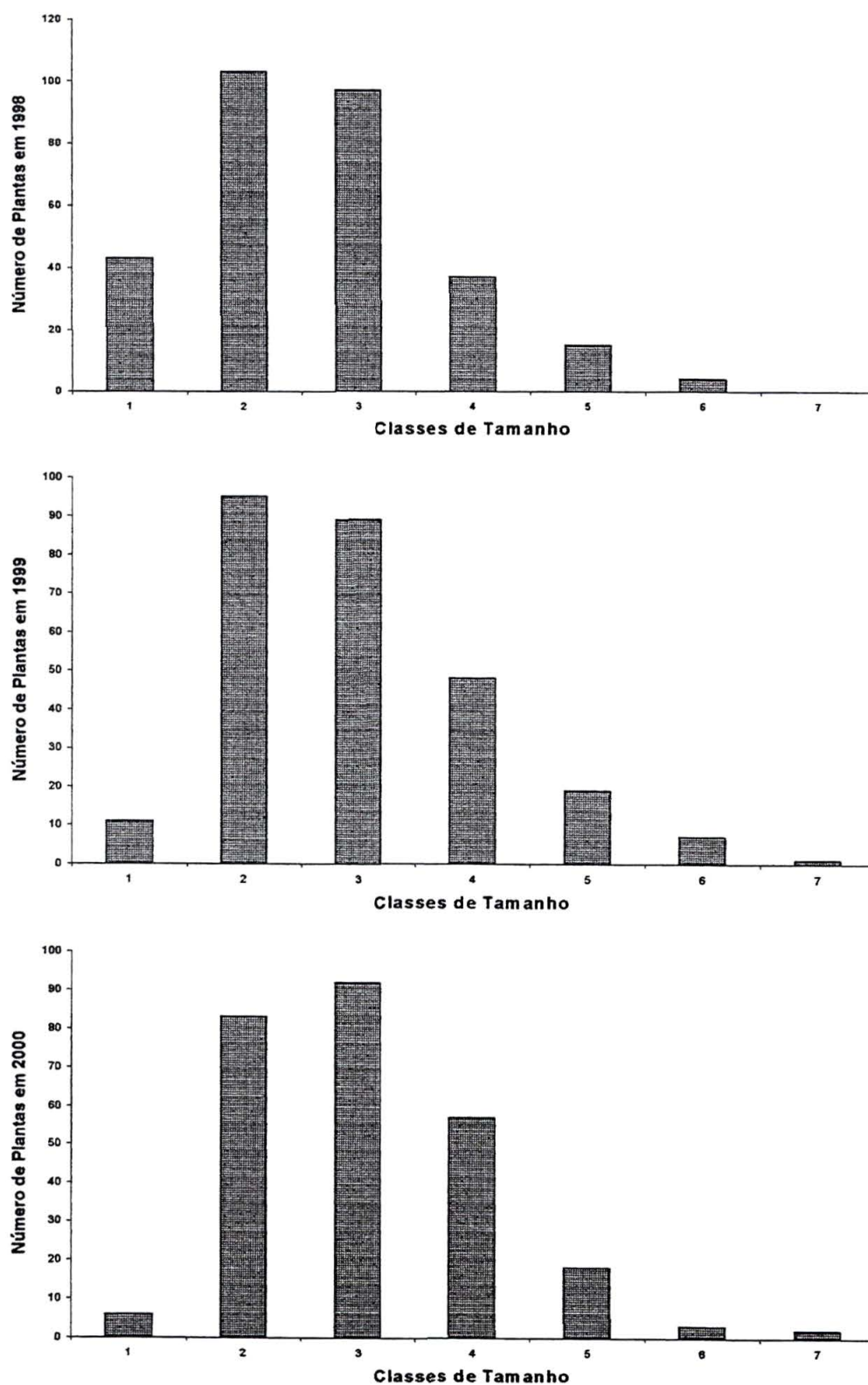


FIGURA 3.1 – Número total de plantas por classe de tamanho: Classe 1 (0,43 a 1m); Classe 2 (1,1 a 2m); Classe 3 (2,1 a 3 m); Classe 4 (3,1 a 4 m); Classe 5 (4,1 a 5m); Classe 6 (5,1 a 6 m); Classe 7 (6,1 a 7m) monitoradas em 1998, 1999 e 2000 na Reserva Volta Velha, Itapoá-SC.

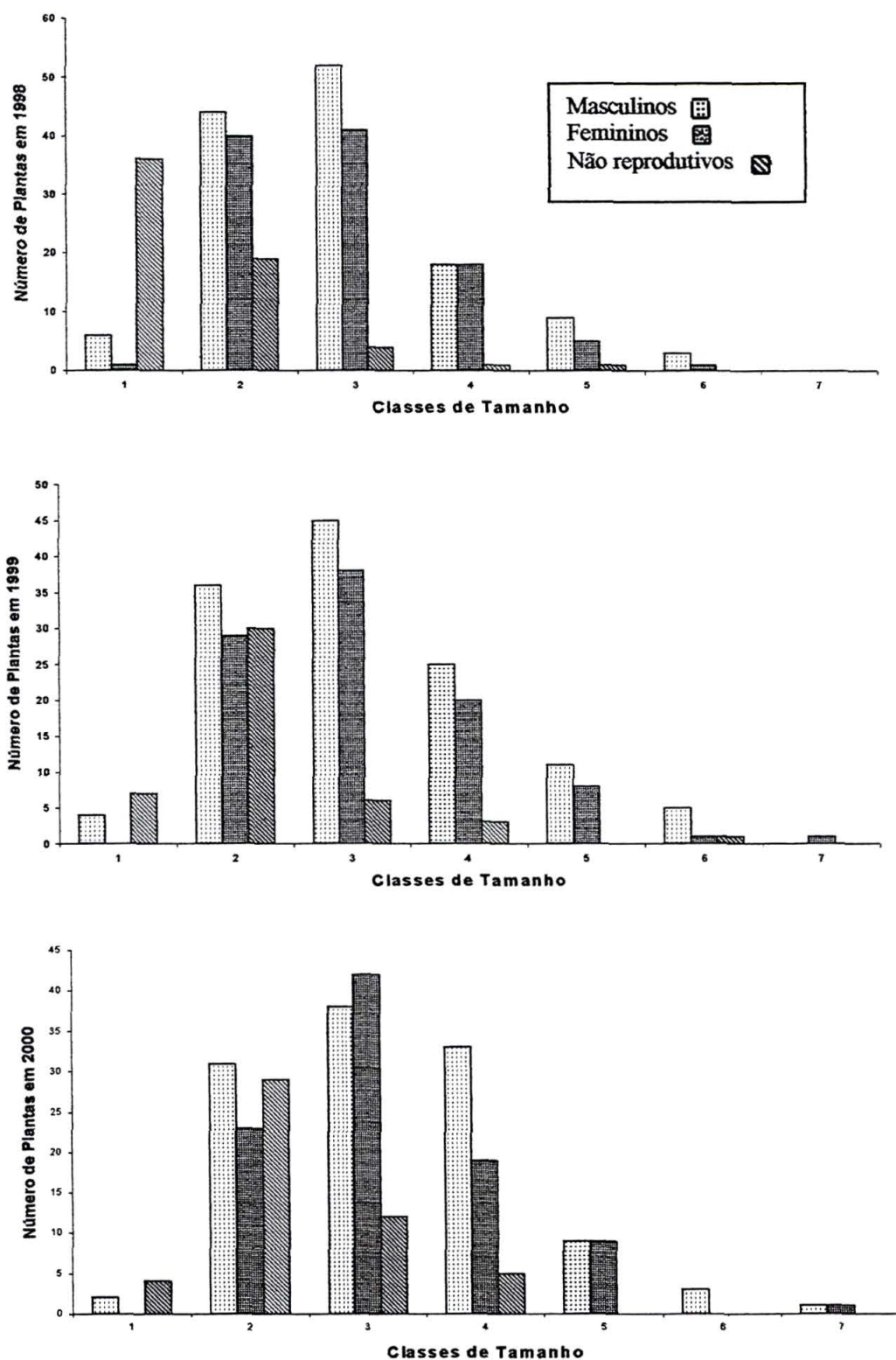


FIGURA 3.2 - Número de indíviduos masculinos, femininos e não reprodutivos por classe de tamanho: Classe 1 (0,43 a 1 m); Classe 2 (1,1 a 2 m); Classe 3 (2,1 a 3 m); Classe 4 (3,1 a 4 m); Classe 5 (4,1 a 5 m); Classe 6 (5,1 a 6 m) Classe 7 (6,1 a 7 m) monitoradas em 1998, 1999 e 2000 na Reserva Volta Velha, Itapoá - SC.

TABELA 3.1 – Teste de Kruskal Wallis para a estrutura de tamanho da população de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. entre os anos de 1998, 1999 e 2000.

ANO	H	P
1998	1,94	0,3785
1999	1,89	0,3881
2000	1,49	0,4738

TABELA 3.2 – Comparações dos coeficientes de variação (CV) para as distribuições de altura entre os indivíduos masculinos, femininos e não reprodutivos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. em 1998, 1999 e 2000.

	1998 CV		1999 CV		2000 CV	
Masculinos	42,76	A	40,43	A	37,61	A
Femininos	40,73	A	40,52	A	37,94	A
Não reprodutivos	65,71	B	51,71	B	39,31	B

Valores seguidos pelas mesmas letras não são significativamente diferentes (teste F, $p < 0.05$).

3.3. 1.2 Razão sexual

A população apresentou tendência para um número maior de indivíduos do sexo masculino, no ano de 1998 ($n=300$), evidenciou-se que 45% das plantas eram indivíduos masculinos, 35% femininos e 20% não apresentaram flores (não reprodutivos). Em 1999 ($n=270$), 47,6% da população foram representados por indivíduos do sexo masculino, 35% feminino e 17,4% não reprodutivos e no ano 2000 ($n=261$), 44,8% do sexo masculino, 36% feminino e 19,1% não reprodutivos. Dentre os indivíduos reprodutivos, a razão entre os sexos (1,28) não foi significativamente diferente de 1:1 ($\chi^2 = 3,75$, $P > 0,05$) embora, o número de plantas maculinas tenha predominado. Dentre os indivíduos que não produziram flores 11 foram considerados adultos, uma vez que, apresentaram altura superior a dois metros e

copa mais ramificada. O menor indivíduo de sexo masculino que produziu flores apresentou altura de 0,85 m e o menor indivíduo do sexo feminino 0,71 m.

3.3.2 Dinâmica de população

3.3.2.1 Crescimento dos indivíduos

Para a maioria dos indivíduos de *H. brasiliense* evidenciou-se crescimento em altura e área da copa durante o tempo de estudo.

As maiores medianas de crescimento em altura foram dos indivíduos não reprodutivos adultos (1,06 m.ano⁻¹ em 98/99 e 0,63 m.ano⁻¹ em 99/00), e também, os valores máximos observados (Tabela 3.3). No entanto, deve-se ressaltar que o tamanho da amostra dos indivíduos não reprodutivos adultos foi muito reduzido. Os indivíduos masculinos e femininos apresentaram taxas muito similares (medianas de 0,19 e 0,20 m.ano⁻¹ para o período 98/99 e 0,16 e 0,14 m.ano⁻¹ para 99/00).

Reduções em altura devido a quebras nas ramificações terminais foram mais freqüentes para os indivíduos masculinos (15% dos indivíduos em 98/99 e 12% em 99/00) e femininos (10% dos indivíduos em 98/99 e 6% em 99/00). Para os não reprodutivos adultos não houve redução no período 98/99, e em 99/00 a redução em altura ocorreu em 25% dos indivíduos. Os não reprodutivos jovens apresentaram redução em 3% dos indivíduos em 98/99 e 6% em 99/00. A maior freqüência de indivíduos que não cresceram também foi dos indivíduos masculinos (5% dos indivíduos em 98/99 e 10% em 99/00) e femininos (em 98/99 não ocorreu estagnação e em 99/00 foi de 9%). Entre os indivíduos não reprodutivos jovens 3% não cresceram em 98/99 e 6% em 99/00. Todos os indivíduos não reprodutivos adultos cresceram durante os dois períodos considerados.
para nenhum dos períodos considerados.

TABELA 3.3 – Amplitude da taxa de crescimento em altura (m.ano^{-1}) de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. para os períodos 1998/1999 e 1999/2000.

		CRESCIMENTO EM ALTURA (m.ano^{-1})					
		1998/1999			1999/2000		
Indivíduos	n	mediana	máximo	mínimo	mediana	máximo	mínimo
Masculinos	86	0,19	1,17	0,00	0,16	0,78	0,00
Femininos	73	0,20	0,91	0,01	0,14	0,67	0,00
Não reprodutivos Jovens	31	0,37	1,04	0,00	0,30	0,97	0,00
Não reprodutivos Adultos	06	1,06	1,35	0,03	0,63	1,15	0,08

As maiores medianas de crescimento em área da copa foram obtidas pelos indivíduos não reprodutivos jovens respectivamente para os dois períodos avaliados ($0,48$ e $0,30 \text{ m}^2. \text{ano}^{-1}$), e as menores medianas para os indivíduos masculinos e femininos ($0,05$ e $0,06 \text{ m}^2/\text{ano}$ para o período 99/00). Os valores máximos de crescimento foram observados para os indivíduos não reprodutivos jovens para os dois períodos avaliados ($2,32$ e $4,08 \text{ m}^2/\text{ano}$), (Tabela 3.4).

Reduções em área da copa foram mais freqüentes para os indivíduos masculinos (28% dos indivíduos em 98/99 e 34% em 99/00) e femininos (25% dos indivíduos em 98/99 e 35% em 99/00), e menos freqüentes para os não reprodutivos jovens (8% dos indivíduos em 98/99 e 22% em 99/00). Os não reprodutivos adultos apresentaram redução do crescimento em 8% (98/99) e 23% (99/00) dos indivíduos. Houve crescimento em área da copa para todos os indivíduos masculinos, femininos, não reprodutivos jovens e não reprodutivos adultos no período 98/99, no entanto, para 99/00 não ocorreu crescimento em 2% , 6%, 3% e 33% dos indivíduos, respectivamente.

TABELA 3.4– Amplitude da taxa de crescimento em área da copa (m^2/ano) de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. para os períodos 1998/1999 e 1999/2000.

Indivíduos	n	CRESCIMENTO EM ÁREA DA COPA ($\text{m}^2.\text{ano}^{-1}$)					
		1998/1999			1999/2000		
		mediana	máximo	mínimo	mediana	máximo	mínimo
Masculinos	109	0,18	1,42	-1,04	0,05	0,92	-0,73
Femininos	85	0,17	1,46	-0,93	0,06	0,71	-0,66
Não reprodutivos Jovens	33	0,48	2,32	-2,56	0,30	4,08	-0,53
Não reprodutivos Adultos	08	0,22	1,01	-0,36	0,10	1,28	-0,50

O crescimento médio em altura para o período 1998/2000 apresentou diferença significativa para os indivíduos masculinos, femininos, não reprodutivos jovens e não reprodutivos adultos (ANOVA, $F = 13,41$, $GL = 3$, $p < 0,05$). Não houve diferença no crescimento entre os sexos masculino e feminino. Os indivíduos não reprodutivos jovens e não reprodutivos adultos apresentaram as maiores taxas (Tabela 3.5).

TABELA 3.5 – Taxa de crescimento médio em altura de indivíduos masculinos, femininos, não reprodutivos jovens e não reprodutivos adultos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. para o período 1998/2000.

	n	altura (m)
Masculinos	109	0,37 A
Femininos	85	0,39 A
Não reprodutivos jovens	33	0,72 B
Não reprodutivos adultos	8	1,09 B

Valores seguidos pelas mesmas letras não são significativamente diferentes (teste de Tukey, $p < 0,05$).

3.3.2.2 Sobrevivência e mudanças de classes

Em geral, as taxas de sobrevivência foram altas, principalmente, por considerar-se apenas os indivíduos com altura superior a 0,43 m (Tabela 3.6). Os indivíduos não reprodutivos apresentaram 100% de sobrevivência para os dois períodos considerados. As taxas anuais de sobrevivência das plantas das classes 1, 3, 4, 5 e 6 de indivíduos masculinos e femininos também foi de 1, somente para a classe 2 dos indivíduos reprodutivos a sobrevivência foi de 0,97 com a morte de um indivíduo masculino e um feminino de causa não determinada para o período 98/99. No entanto, para o período de 1999/2000 quinze plantas morreram em decorrência das geadas, o que levou a uma diminuição nas taxas de sobrevivência. Após cinco meses, muitas plantas que pareciam mortas recuperaram-se pela emissão de brotações nas regiões superiores e inferiores do caule.

As mais altas probabilidades das plantas sobreviverem e crescerem para a próxima classe (taxa de transição) foram encontradas para as classes 1 e 3 dos indivíduos não reprodutivos para os dois períodos considerados (Figura 3.3). Para o período 99/00 os indivíduos femininos apresentaram taxa de transição zero porque todas as plantas que estavam na classe 1 no período anterior passaram para a classe seguinte.

As taxas de sobrevivência e permanência na mesma classe (P) (Figura 3.3) foram de 100% para os indivíduos masculinos da classe 6 e para os femininos da classe 5 no período 98/99, em 99/00 foi da classe 4 dos masculinos e da classe 5 e 7 dos femininos. As menores taxas foram dos não reprodutivos da classe 1 devido ao maior crescimento em altura para os dois períodos considerados e para os femininos da classe 1 em 99/00 porque todos mudaram de classe.

TABELA 3.6 - Taxas de sobrevivência e taxas de transição para a classe seguinte em a) indivíduos masculinos b) femininos e c) não reprodutivos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. em cada classe de tamanho no período de 1998/1999 e 1999/2000.

a)

Período		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
98/99	Taxa de Sobrevivência	1	0.97	1	1	1	1	0
	Taxa de Transição	0.2	0.2	0.3	0.29	0.22	0	0
99/00	Taxa de Sobrevivência	1	0.88	0.88	1	1	1	0
	Taxa de Transição	0.5	0.13	0.24	0	0.18	0.14	0

b)

Período		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
98/99	Taxa de Sobrevivência	1	0.97	1	1	1	1	0
	Taxa de Transição	0.5	0.3	0.22	0.28	0	0.5	0
99/00	Taxa de Sobrevivência	0	0.88	0.97	1	1	0	1
	Taxa de Transição	0	0.2	0.08	0.12	0	0	0

c)

Período		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
98/99	Taxa de Sobrevivência	1	1	1	0	0	0	0
	Taxa de Transição	0.7	0.21	0.5	0	0	0	0
99/00	Taxa de Sobrevivência	1	1	1	1	0	0	0
	Taxa de Transição	0.57	0.31	0.66	0.5	0	0	0

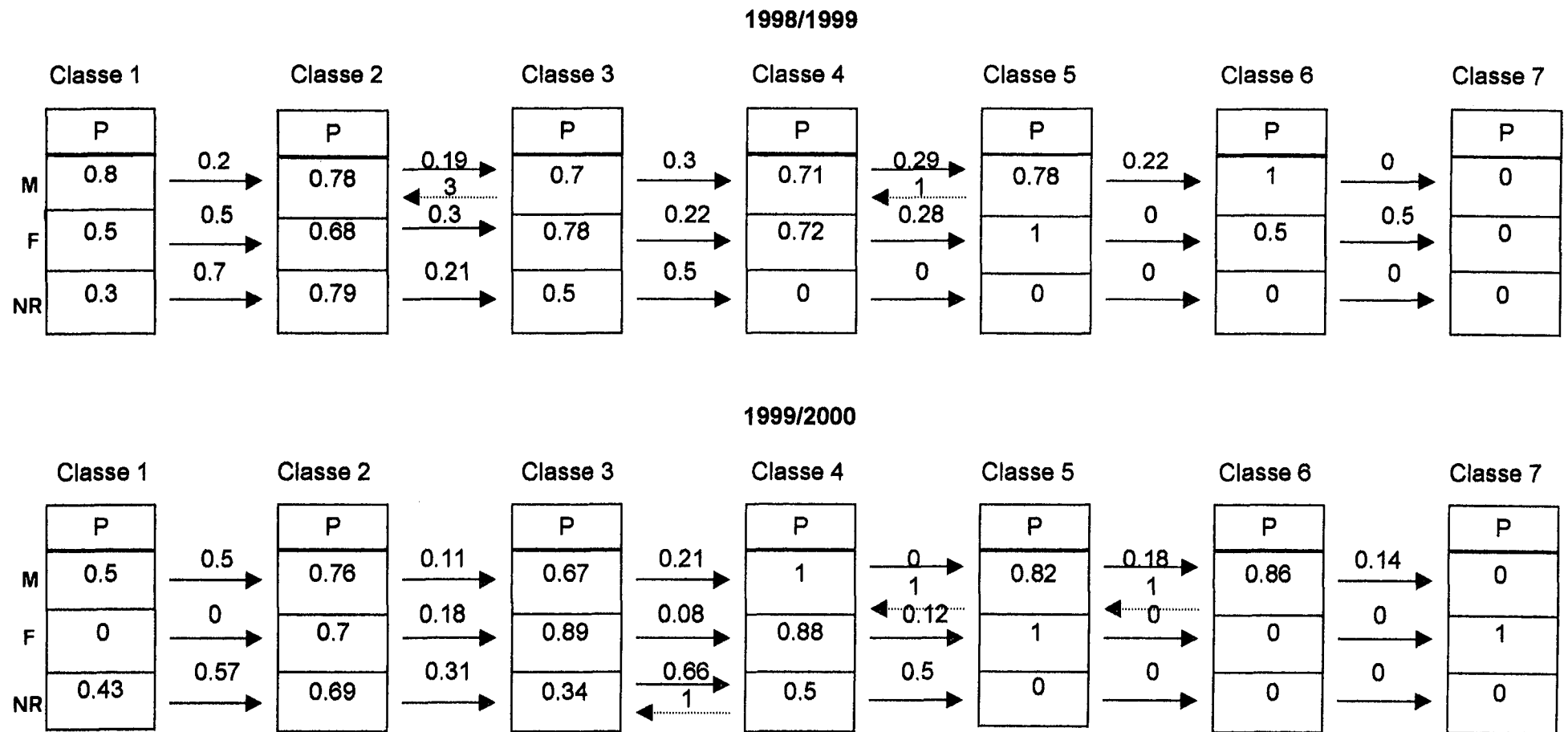


Figura 3.3 -Diagrama de caixa para as classes de altura de *Hedyosmum brasiliense* nos períodos 1998/1999 e 1999/2000. M= indivíduos masculinos; F= indivíduos femininos; NR= indivíduos não reprodutivos; P= taxa de sobrevivência e permanência na mesma classe. As setas preenchidas em preto indicam a probabilidade de sobreviver e crescer para a classe seguinte (G). As setas tracejadas indicam o número de indivíduos que quebraram.

3. 4 DISCUSSÃO

Vários aspectos quanto à estrutura e dinâmica populacional de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha são discerníveis após três anos de observações.

A estrutura de tamanho de uma população pode variar durante os anos em função de mudanças nos fatores abióticos ou nos bióticos que podem alterar as possibilidades de estabelecimento, sobrevivência e taxas de crescimento dos indivíduos. A estrutura da população de *H. brasiliense* permaneceu estável para o período de estudo, considerando-se que estava representada por indivíduos com altura superior a 0,43 m. As pequenas alterações encontradas estão dentro do esperado para um tempo de observação relativamente curto e em condições aparentemente estáveis, não considerando-se aqui a ocorrência das geadas em julho do ano 2000 que foi um fator que, possivelmente, promoverá alterações estruturais para essa população para o ano seguinte pelo comprometimento da floração e das taxas de crescimento. Gibson e Menges (1994) compararam a estrutura de tamanho de quatro populações do arbusto dióico *Ceratiola ericoides* sujeitas a perturbações locais ocasionadas pela movimentação de areia e pelo fogo e verificaram que os padrões demográficos foram estruturados de acordo com o regime destas perturbações. Segundo Alvarez-Buylla e Garay (1994) as espécies pioneiras (também chamadas colonizadoras) estão propensas a extinções locais e recolonizações e possuem histórias de vida e estruturas de populações próprias.

A frequência das distribuições em classes de tamanho geralmente decresceu em função do aumento da altura das plantas, o que está de acordo com Solbrig (1981) que relata que a maioria das populações de plantas apresentam distribuição com predominância do número de indivíduos nas classes de menor tamanho. Para os indivíduos não reprodutivos o coeficiente de variação foi maior, provavelmente, em razão das maiores diferenças de tamanho em altura nos indivíduos mais jovens.

Segundo Eriksson e Ehrlén (1992) as principais razões da limitação do recrutamento de plantas são a disponibilidade de sementes (ou diásporos) ou a disponibilidade de micrositios favoráveis ao estabelecimento das plântulas. A disponibilidade de semente e micrositio favorável podem ainda ser determinados por fatores como dispersão, predação de sementes e pela frequência com que ocorrem as perturbações. No caso de *H. brasiliense* a ausência de plântulas menores que 0,43 m em 1998 e a observação destas no início do ano 2000 somente próximas a planta mãe e em locais onde não havia vegetação herbácea, leva a supor que apesar da espécie produzir muitas sementes, as plântulas somente conseguem

estabelecer-se em locais mais favoráveis. Também, Barbosa (1997) encontrou um número muito baixo de plântulas desta espécie em uma população de ocorrência original no Parque Botânico do Morro do Baú – SC, o que atribuiu à grande quantidade de vegetação herbácea e arbustiva, que resultou em uma população com maioria de plantas adultas. Este mesmo autor, observou em outras duas populações que apresentavam interferência antrópica um grande número de plântulas.

A razão sexual foi de 1:1, embora o número de indivíduos masculinos tenha predominado, inclusive, quando se observa a distribuição de tamanho para a população. Barbosa (1997) também observou um número superior de indivíduos masculinos para esta espécie em outra população. Contrariamente, Todzia (1988) encontrou um número maior de plantas pistiladas em observações de campo para outras populações desta espécie. Estudos com outras espécies dióicas também têm observado razão sexual de 1:1 (Herrera, 1988; Niesenbaum, 1992; Gibson e Menges, 1994). Nesta área as menores plantas que produziram flores foram encontradas em locais abertos. A idade ou tamanho para o início da reprodução é amplamente determinado pelo ambiente de cobertura da árvore. A hipótese de que a maturidade reprodutiva é dirigida pela exposição da copa à luz plena é suportada pelas muitas reproduções precoces em locais abertos (Clark, 1994).

Pelas medidas de altura e diâmetros da copa avaliados durante três anos verificou-se que o crescimento de *H. brasiliense* é rápido e comparável a outras espécies tropicais pioneiras como *Cecropia schreberiana* onde os indivíduos jovens (até 2,16 m) apresentam uma média de crescimento em altura de 0,79 m/ano (Brokaw, 1998). No entanto, deve-se ressaltar que as mudanças ontogenéticas nas taxas de crescimento encontradas nos estudos de árvores tropicais demonstra o problema inerente nas tentativas de caracterizar uma dada espécie com uma única taxa de crescimento (Clark e Clark, 1992). O crescimento em área da copa demonstrou ser maior para os indivíduos juvenis, como era o esperado para essa fase pré-reprodutiva.

O crescimento esteve relacionado com o tamanho inicial dos indivíduos, sendo maiores os incrementos médios em altura para as plantas não reprodutivas. As menores taxas de crescimento das plantas reprodutivas podem ser atribuídas à maior necessidade de recursos para a produção de flores, frutos e sementes. Alguns indivíduos não reprodutivos que apresentaram tamanho de adultos, podem, ainda não ter atingido a maturidade ou, essas plantas nunca floresceram por causas de origem genética ou ambiental. Uma vez que os sistemas de regulação biológica estão sob controle positivo e negativo, não nos surpreende que encontremos mutações que promovam ou atrasem a floração (Taiz e Zeiger, 1998).

As espécies dióicas são exemplos interessantes quando se pretende analisar o crescimento em relação ao esforço reprodutivo de indivíduos dos sexos masculino e feminino. Pode ser esperado que entre os sexos ocorram demandas diferentes dos recursos do ambiente em função da diferença temporal e da magnitude de seus respectivos esforços reprodutivos (Alliende e Harper, 1989). *H. brasiliense* não exibiu dimorfismo vegetativo perceptível e não foram encontradas diferenças significativas quanto ao crescimento em altura e área da copa entre os sexos. Alguns estudos com espécies dióicas demonstraram que os indivíduos femininos apresentavam menor crescimento vegetativo quando comparadas aos masculinos, supostamente, decorrente de um maior custo energético na produção de frutos e sementes (Lloyd e Webb, 1977; Cavigelli *et al.*, 1986; Vasiliauskas e Aarssen, 1992). Também, Gross e Soulé (1981); Alliende e Harper (1989) não encontraram diferenças significativas quanto ao tamanho entre os sexos em outras espécies dióicas. Obeso (1997) questiona que os custos da reprodução podem não ser a única causa de possíveis diferenças no crescimento entre os sexos, e que estas, podem ser atribuídas a outros fatores, tais como, diferenças nos padrões de alocação dos recursos. Possivelmente, *H. brasiliense* utiliza os recursos disponíveis de uma forma muito eficiente, pois além dos investimentos em crescimento e reprodução (grande número de flores e frutos em locais abertos, observação pessoal) também realiza o metabolismo secundário para a produção de óleo essencial.

A mortalidade foi baixa para o período 1998/1999, enquanto que para 1999/2000 foi maior devido a ocorrência das geadas que não são comuns nesta faixa litorânea. Segundo dados do SIMEPAR, o último registro de geada nesta intensidade ocorreu em 1975. Swaine *et al.* (1987), em uma revisão da dinâmica de populações de espécies tropicais arbóreas apresentaram dados relativos à mortalidade, onde relatam que as taxas de mortalidade ficam em torno de 1 a 2% ao ano. Clark (1994) afirma que a mortalidade de um ano para outro pode ser difícil de discernir a menos que o tamanho da amostra seja grande ou se houver muitos anos de amostragem.

Os indivíduos não reprodutivos apresentaram maiores taxas de crescimento em altura e área da copa e, conseqüentemente, as mais altas taxas de transição (probabilidade de sobrevivência e crescimento para a próxima classe). Vários fatores externos podem afetar o desempenho de uma planta e influenciar suas probabilidades de ingresso nas classes seguintes de seu ciclo de vida (Ehrlén, 1995). Segundo, Nantel e Gagnon (1999) perturbações de intensidades e frequências apropriadas podem ser necessárias para tornar ambientes temporariamente adequados para recrutamento e desta forma restringir a distribuição de espécies.

3.5 CONCLUSÕES

Estes três anos de estudo demonstraram os padrões gerais da estrutura e dinâmica da população de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha e confirmam que a observação de uma espécie em suas condições naturais revelam características importantes para se avaliar a implantação de cultivo ou manejo adequado.

A distribuição contínua das classes de altura e o crescimento relativamente alto indicam que *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. está se regenerando *in situ*. Entretanto, o acompanhamento do estágio plântula deve ser realizado durante um período maior para se obter maiores informações desta população quando se tem como meta o manejo sustentável. Sendo uma espécie dióica e que não apresenta dimorfismo vegetativo perceptível, deve-se observar no cultivo o número adequado de plantas masculinas e femininas a ser plantado quando as mudas forem oriundas de reprodução vegetativa. Taxas de crescimento e sobrevivência altas indicam uma espécie com grande potencial para o manejo sustentável e para o cultivo tendo em vista o tempo requerido para tais atividades.

3.6 REFERÊNCIAS

- AIBA, S.; KOHYAMA, T. Tree species stratification in relation to allometry and demography in a warm-temperate rain forest. **Journal of Ecology**, Oxford, v.84, p.207-218, 1996.
- ALLIENDE, M. C.; HARPER, J. L. Demographic studies of a dioecious tree. I. Colonization, sex and age structure of a population of *Salix cinerea*. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 77, p. 1029-1047, 1989.
- ALVAREZ-BUYLLA, E. R. Density dependence and patch dynamics in tropical rain forests: matrix models and applications to a tree species. **American Naturalist**, Chicago, v. 143, n.1, p. 155-191, 1994.
- ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; GARAY, A. A. Population genetic structure of *Cecropia obtusifolia*, a tropical pioneer tree species. **Evolution**, Lawrence, v. 48, n. 2, p. 437-453, 1994.
- BARBOSA, L. R. **Estudo das potencialidades de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae) para seu manejo em regime sustentado**. Florianópolis, 1997. 59f. Monografia (Graduação) Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BEGON, M.; MORTIMER, M.; THOMPSON, D. J. **Population Ecology**. Oxford: Blackwell

Science, 1996. 247p.

BENDEL, R. B.; HIGGINS, S. S.; TEBERG, J. E.; PYKE, D. A. Comparison of skewness coefficient, coefficient of variation, and Gini coefficient as inequality measures within populations. *Oecologia*, Berlin, v. 78, p. 394-400, 1989.

BROKAW, N. V. L. *Cecropia schreberiana* in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *The Botanical Review*, New York, v. 64, n. 2, p. 91-120, 1998.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest pecies in the ligth of successional processes. *Turrialba*, San Jose, v. 15, p. 40-42, 1965.

CASILLAS, B. C. Demografia de árboles tropicales. In: GOMES-POMPA, A.; AMO, S. R. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas em Veracruz, México*. México: Alhambra Mexicana, 1985. p. 103-128.

CASWELL, H. **Matrix population models**. Sunderland: Sinauer Associates Ins., 1989.

CAVIGELLI, M.; POULOS, M.; LACEY, E. P.; MELLON, G. Sexual dimorphism in a temperate dioecious tree, *Ilex montana* (Aquifoliaceae). *American Midland Naturalist*, Notre Dame, v. 115, p. 397-406. 1986.

CLARK, D. A. Plant demogrfy. In: McDADE, L. A.; BAWA, K. S. ; HESPENHEIDE, H. A.; HARTSHORN, G. S. *La Selva, Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. Chicago, University of Chicago, 1994, p. 90-105.

CLARK, D. A.; CLARK, D. B. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*, Washington, v. 62, n. 3, p. 315-344, 1992.

DENSLOW, J. S. Gap partioning among tropical rainforest trees. *Biotropica*, Lawrence, v.12, p. 47-55, 1980.

EHRLÉN, J. Demography of the perennial herb *Lathyrus vernus*. II. Herbivory and population dynamics. *Journal of Ecology*, Oxford, v. 83, p. 297-308, 1995.

ERIKSSON, O.; EHRLÉN, J. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. *Oecologia*, Berlim, v.91, p. 360-364, 1992.

GATSUK, E.; SMIRNOVA, O. V; VORONTZOVA, L. I; ZAUGOLNOVA, L. B.; ZHUKOVA, L. A . Age states of plants of various forms: a review. *Journal of Ecology*, Oxford, v.68, p. 675-696, 1980.

GIBSON, D. J.; MENGES, E. S. Population structure and spatial pattern in the dioecious shrub *Ceratiola ericoides*. *Journal of Vegetatio Science*, Lanna, v. 5, p. 337-346, 1994.

GROSS, K. L.; SOULE, J. D. Differences in biomass allocation to reproductive and vegetative structures of male and female plants of a dioecious, perennial herb, *Silene alba* (Miller) Krause. *American Journal of Botany*, Columbus, v. 68, p. 801-807, 1981.

HARPER, J. L. **Population Biology of Plants**. London: Academic Press, 1977, 892p.

- HARPER, J. L., WHITE, J. The demography of plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 5, p. 419-463, 1974.
- HERRERA, C. M. Plant size, spacing patterns, and host-plant selection in *Osyris quadripartita*, a hemiparasitic dioecious shrub. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 76, p. 995-1006, 1988.
- HUBBELL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, Washington, v.203, p. 1299-1309, 1979.
- HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology**. Oxford, Blackwell Science, 1997. p. 325-358.
- KING, D. A. Tree dimensions: maximizing the rate of height growth in dense stands. **Oecologia**, Berlin, v. 51, p. 351-356, 1981.
- _____. Allometry and life history of tropical trees. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 12, p. 25-44, 1996.
- LANDE, R.; ORZACK, S. H. Extinction dynamics of age-structure populations in a fluctuating environment. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, Washington, v. 85, p. 7418-21, 1988.
- LEITE, A. M. C.; RANKIN, J. M.; LLERAS, E. Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. – O comportamento populacional de plântulas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n.3, p.529-548, 1982.
- LLOYD, D. G.; WEBB, C. J. Secondary Sex characters in plants. **Botanical Review**, New York, v. 43, p. 177-216, 1977.
- MATOS, D. M. S. **Population ecology of *Euterpe edulis* Mart. (Palmae)**. Norwich, 1995. 186f. Tese (Doutorado). University of East Anglia.
- NANTEL, P.; GAGNON, D. Variability in the dynamics of northern peripheral versus southern populations of two clonal plant species, *Helianthus divaricatus* and *Rhus aromatica*. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 87, p. 748-760, 1999.
- NIESENBAUM, R. A. Sex ratio, components of reproduction, and pollen deposition in *Lindera benzoin* (Lauraceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 79, n. 5, p.495-500, 1992.
- OBESO, J. R. Costs of reproduction in *Ilex aquifolium* : effects at tree, branch and leaf levels. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 85, p. 159-166, 1997.
- O'BRIEN, S. T.; HUBBELL, S. P.; SPIRO, P.; CONDIT, R.; FOSTER, R.B. Diameter, height, crown, and age relationships in eight neotropical tree species. **Ecology**, Washington, v. 76, p. 1926-1939, 1995.

- PIÑERO, D.; MARTINEZ-RAMOS, M.; MENDOZA, A. ; ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; SAKURHÁN, J. Demographic studies in *Astrocaryum mexicanum* and their use in understanding community dynamics. **Principes**, Lawrence, v. 30, n. 3, p. 108-116, 1986.
- SÁENZ, G.; BRYAN, F.; GUARIGUATA, M. Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 47, n. 1-2, p. 45-57, 1999.
- NEGRELLE, R.R.B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da floresta atlântica na reserva Volta Velha, mun. Itapoá,SC.** São Carlos: 1995, 222f. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.
- SILVERTOWN, J., W.; LOVETT-DOUST. **Introduction to plant population biology.** Oxford: Blackwell Scientific, 1993. 209 p.
- SOLBRIG, O. T. Studies on population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution**, Lawrence, v. 35, n. 6, p. 1080-1093, 1981.
- STERCK, F. J.; BONGERS, F. Ontogenetic changes in size, allometry, and mechanical design of tropical rain forest trees. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 85, p. 266-272, 1998.
- SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 359-366, 1987.
- SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.
- TAIZ, I.; ZEIGER, E. **Plant Physiology.** Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 793p.
- TODZIA, C. A. Chloranthaceae: *Hedyosmum*. **Flora Neotropica**, New York, n. 48, 139p. 1988.
- VAN GROENENDAEL, J. M.; BULLOCK, S. H.; PÉREZ-JIMÉNEZ, A. . Aspects of the population biology of the gregarious tree *Cordia elaeagnoides* in Mexican tropical deciduos forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, p. 11-24, 1996.
- VANDERMEER, J. Chossing category size in a stage projection matrix. **Oecologia**, Berlim, v. 32, p. 79-84, 1978.
- VASILIAUSKAS, S. A.; AARSEN, L. W. Sex ratio and neighbor effects in monospecific stands of *Juniperus virginiana*. **Ecology**, Washington, v. 73, p. 622-632, 1992.
- WATKINSON, A. R. Plant population dynamics. In: CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology.** Oxford, Blackwell Science, 1997. p. 359-400.
- WEINER, J.; SOLBRIG, O. T. The meaning and measurement of size hierarchies in plant populations. **Oecologia**, Berlin, v. 61, p. 334-336, 1984.

WEINER, J.; THOMAS, S. C. Size variability and competition in plant monocultures. Copenhagen, *Oikos*, Copenhagen, v. 47, p. 211-222, 1986.

ZAR, J. H. **Bioestatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1984. 718 p.

4 FENOLOGIA DE *Hedyosmum brasiliense* MART. EX. MIQ. (CHLORANTHACEAE) NA RESERVA VOLTA VELHA, ITAPOÁ, SC.

RESUMO: O arbusto dióico *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. apresenta propriedades medicinais comprovadas e potencial valor para exploração econômica. Baseando-se no princípio de que o conhecimento da dinâmica fenológica é importante subsídio para estabelecimento de cultivo e manejo sustentável, objetivou-se determinar os padrões fenológicos desta espécie em uma área de Floresta Atlântica na Reserva Volta Velha (26°04' S, 48° 38' W), Itapoá, SC, Brasil. O clima do local de estudo está categorizado climaticamente como AB'3ra'. Durante 22 meses (setembro 1998 a julho 2000) a produção de folhas, flores e frutos foram observados em 36 indivíduos em intervalos quinzenais. As fenofases foram graduadas de 0 a 4 (referindo-se a proporção de cada indivíduo na fenofase). A espécie é perenifólia, produzindo folhas continuamente. Todos os indivíduos floresceram anualmente, iniciando no período de menor pluviosidade (agosto) porém, alguns indivíduos masculinos iniciaram a floração um mês antes dos femininos. A frutificação correspondeu à fenofase mais longa (cerca de 5 meses), também foi anual e regular. A maturação dos frutos iniciou durante os meses quentes e úmidos. Os padrões fenológicos foram similares nos dois anos de estudo, observando-se pequenas variações temporais entre os indivíduos. A produção de folhas e flores (e frutos por plantas femininas) foi alta e consistente por indivíduo e revelam seu potencial de utilização para fins medicinais.

Palavras-chave: planta medicinal, brotamento, floração, frutificação, Floresta Atlântica.

PHENOLOGY OF THE SHRUB *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (CHLORANTHACEAE) IN THE VOLTA VELHA RESERVE, ITAPOÁ-SC.

ABSTRACT: The dioecious shrub *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. has medicinal qualities and as such, understanding its phenological patterns will inform management and sustainable harvest needs. Here, the phenology of this shrub was studied in a southeastern Brazilian Atlantic Forest, in the Volta Velha Reserve, Itapoá, SC, Brasil (26°04' S, 48° 38' W). The local climate is described as AB'3ra'. During 22 months, (September 1998 to July 2000), leaf, flower and fruit production was observed in 36 randomly selected individuals. Phenological phases were estimated in classes from 0-4 (0, 1-25%, 25-50%, 50-75%, and 75-100%). This shrub species is evergreen with constant leaf production. All individuals flowered both years, beginning in the drier month (August), with some male plants flowering about a month before female plants. Fruit maturation beginning in the hot and wet period and the fruiting period lasted for five months. Phenological patterns in this shrub were regular, consistent among plants and over the two years of the study.

Key words: medicinal plant, budding, flowering, fruiting, Atlantic Rainforest.

4.1 INTRODUÇÃO

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas desta ocorrência em relação aos fatores seletivos bióticos e abióticos e da sua inter-relação entre as fases caracterizadas por esses eventos, seja para uma mesma ou para várias espécies (Lieth, 1974).

Os padrões fenológicos estão relacionados a fatores abióticos (precipitação, fotoperíodo, temperatura e topografia) e bióticos endógenos (características genéticas, estado nutricional e variações hormonais) ou exógenos (competição por polinizadores e dispersores e presença de predadores) (Frankie *et al.*, 1974; Rathcke e Lacey 1985; Van Schaik *et al.*, 1993).

Apesar do grande número de estudos de fenologia já realizados, as relações entre os fatores abióticos e bióticos e as fenofases ainda são pouco compreendidos (Bawa *et al.*, 1990). Nas regiões temperadas os padrões fenológicos são melhor conhecidos e relacionados, primariamente, às mudanças sazonais na temperatura e fotoperíodo (Lieth 1974; Reich e Borchert 1984; Kikuzawa 1995). Nas regiões tropicais, só mais recentemente estudadas, estes padrões são relacionados, principalmente, a variações sazonais na precipitação (Van Schaik *et al.*, 1993; Reich, 1995). Entretanto, vários estudos em florestas tropicais têm demonstrado que somente a precipitação pode não ser o principal determinante da fenologia e que o estado da água na planta (Reich e Borchert, 1984), a irradiação (Wright e Van Schaik, 1994) e a temperatura (Ashton *et al.*, 1988) podem, em alguns casos, ser mais importantes. Como as restrições ambientais que afetam o crescimento de uma árvore são menos severas nos trópicos do que nas regiões temperadas, deve-se esperar que os padrões de crescimento de árvores tropicais sejam determinados principalmente por correlações internas e menos por parâmetros ambientais do que nas árvores de regiões temperadas (Borchert, 1980).

No Brasil, os estudos fenológicos em comunidades florestais ainda são restritos, sendo que alguns tipos de vegetação nunca foram considerados sob este aspecto (Morellato *et al.*, 1989). Com relação à Floresta Atlântica, Costa *et al.*, (1997) realizaram estudo fenológico preliminar para algumas espécies da Floresta Atlântica de Altitude no Rio de Janeiro e os trabalhos de Morellato *et al.*, (1989), Morellato e Leitão-Filho (1990) em florestas semidecíduas da Serra do Japi demonstraram, em geral, padrões sazonais acompanhando a estacionalidade climática. No entanto, a fenologia de plantas em ambientes tropicais não sazonais tem sido pouco estudada (Frankie *et al.*, 1974, Talora e Morellato, 2000). Hilty (1980) considera que esses ambientes devem ser particularmente importantes, pois a luz, a água e a temperatura variam minimamente. Recentemente,

Morellato *et al.*, (2000) em estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas em floresta atlântica de encosta e de planície observaram que a floração e o brotamento foram sazonais e concentrados durante a estação úmida. Também, salientaram a importância da luz na fenologia de árvores tropicais sob clima pouco sazonal.

Vários estudos descrevem o padrão fenológico para a população, sendo poucos os que fornecem informações sobre os padrões em nível individual (Carthew, 1993; Scariot *et al.*, 1995). Carthew (1993) observou grande variação nos padrões de floração e frutificação entre indivíduos de *Banksia spinulosa* sugerindo que a interpretação dos resultados para a população deve ser cuidadosa para que não se mascare a variabilidade individual.

A variação geográfica nos padrões fenológicos de uma mesma espécie é mais comum nos trópicos do que nas regiões temperadas porque a diversidade fenológica é maior (Newstrom *et al.*, 1994). E essa diversidade permite a coexistência de um grande número de espécies dentro de comunidades florestais tropicais (Morellato e Leitão-Filho, 1990). Provavelmente, esta diversidade de estratégias fenológicas possa garantir o sucesso do ecossistema em resposta às mudanças ambientais que fatalmente ocorrerão no futuro (Monasterio e Sarmiento, 1976).

O estudo da fenologia é importante para o entendimento da reprodução das plantas e regeneração (Newstrom *et al.*, 1994), para a compreensão da dinâmica de populações, bem como das relações entre as plantas e o ambiente, os polinizadores, dispersores e predadores (Frankie *et al.*, 1974; Morellato e Leitão-Filho, 1990). Mais especificamente, pode indicar o melhor período para coleta do material vegetal para fins de cultivo e de manejo sustentável e para o estudo fitoquímico, visto que, o momento da coleta influencia na quantidade da substância ativa de interesse da espécie de uso medicinal. O objetivo desse estudo foi determinar os padrões fenológicos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. em uma área de Floresta Atlântica na Reserva Volta Velha.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

As observações fenológicas da população de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. foram realizadas em uma área de aproximadamente 1 hectare localizada na Reserva Volta Velha, Itapoá, SC. As características climáticas do local de estudo são apresentadas no capítulo 2.

Os dados meteorológicos para o período de julho de 1998 a julho de 2000 (Figura 4.1) foram fornecidos pelo SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná da Estação de Guaratuba-PR (25° 86' S, 48° 56' W) que se encontra a cerca 22 Km, em linha reta, do

local de estudo.

Todos os indivíduos foram monitorados quinzenalmente e encontravam-se em fase reprodutiva, sendo: 18 plantas do sexo feminino e 18 do sexo masculino. Estes indivíduos, encontrados em condição de sol pleno, foram numerados com etiquetas de alumínio e fita colorida para melhor visualização. O período de observações iniciou-se em 15 de setembro de 1998 e terminou 06 de julho de 2000 quando foram interrompidas por ocasião de uma forte geada em 13 de julho de 2000 a qual danificou quase a totalidade das plantas.

A metodologia utilizada para as observações fenológicas foi a proposta por Fournier (1974) e Fournier e Charpantier (1975) que estabelece as seguintes fenofases: 1 floração (botões: período anterior à abertura floral); 2 floração (antese: presença de flores abertas); 3 frutos verdes; 4 frutos maduros; 5 queda de folhas; 6 brotamento. Os dados forneceram dois tipos de informação: o número de indivíduos em cada fenofase e a abundância de flores, frutos e brotações que foram estimadas visualmente mediante uma escala que varia entre 0 e 4:

- 0.....ausência da fenofase observada.
- 1.....presença da fenofase variando entre 1 a 25%.
- 2.....presença da fenofase variando entre 26 a 50%.
- 3.....presença da fenofase variando entre 51 a 75%.
- 4.....presença da fenofase variando entre 76 a 100%.

Este método facilita a avaliação das diferentes características fenológicas de cada indivíduo que compõe a amostra.

Os padrões de floração e frutificação foram classificados de acordo com Newstrom *et al.*, (1994):

- A frequência é distinguida em 4 classes definidas como o número de ciclos por ano (um ciclo consiste de um episódio de florescimento seguido por um intervalo onde não ocorre floração). As classes básicas são: contínua (florescimento com breves e esporádicos intervalos); sub-anual (florescimento em mais de um ciclo por ano); anual (somente um ciclo por ano); supra-anual (um ciclo que abrange um período maior que um ano).
- A regularidade é utilizada como um critério secundário, o qual é definido como a variância no período dos episódios de florescimento e não florescimento, reconhecendo duas classes principais, regular e irregular.

4.3 RESULTADOS

No segundo semestre de 1998 o mês mais quente foi dezembro, com média de temperaturas máximas de 27,4 °C e o mês mais frio foi julho, com média de temperaturas mínimas de 15 °C. Durante o ano de 1999, o mês mais quente foi março, com média de temperaturas máximas igual a 28,7 °C e o mês mais frio foi agosto, com média de temperaturas mínimas de 14,4 °C. Durante o primeiro semestre de 2000, o mês mais quente foi fevereiro, com média de temperaturas máximas igual a 28,4 °C e o mês mais frio foi julho, com média de temperaturas mínimas igual a 11,8 °C. A média mensal da precipitação acumulada diária para o segundo semestre de 1998 foi maior no mês de agosto (13,55 mm) e menor em novembro (1,71 mm). O mês mais chuvoso de 1999 foi janeiro (15,71 mm) e o menos chuvoso foi agosto (0,99 mm) caracterizando este ano com precipitação acumulada de 2.171 mm. Para o primeiro semestre de 2000 o mês de janeiro foi o mais chuvoso (6,95 mm) e o mês de julho o menos chuvoso (0,07 mm) (Figura 4.1).

Os dois anos não apresentaram estacionalidade pluvial bem definida, pois no ano de 1998, aconteceu o fenômeno meteorológico El Niño que provocou muitas chuvas durante o inverno. Nos anos de El Niño no hemisfério sul chove acima da média e nos invernos as temperaturas médias são maiores que a média dos outros anos (<<http://www.bhnet.com.br/ut/el-niño/>>).

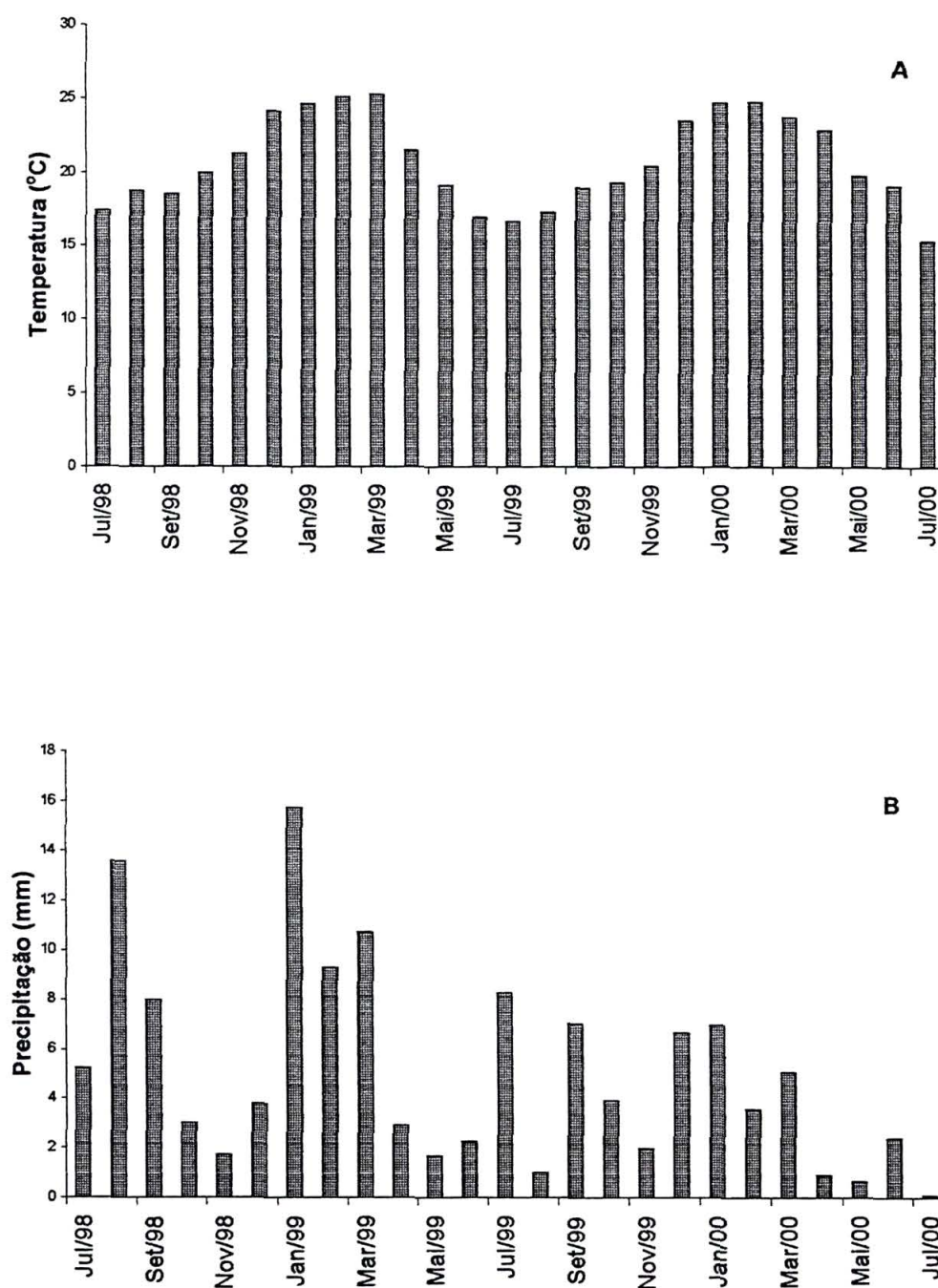


FIGURA 4.1 – Dados de distribuição da temperatura média (A) e da média da precipitação acumulada diária (B) entre julho de 1998 e julho de 2000 obtidos na Estação Meteorológica de Guaratuba, Fonte: SIMEPAR.

A variação dos estádios fenológicos de 36 indivíduos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. durante o período de setembro de 1998 a julho de 2000 revelaram pequenas variações temporais entre os indivíduos (Tabelas 4.1 e 4.2).

Todos os indivíduos da população produziram folhas continuamente ao longo do ano. Mesmo com maior índice de produção de folhas no mês de julho, houve substituição gradativa da folhagem e também não foi observado período de desfolhamento total que caracterizasse deciduidade.

O florescimento foi bem definido e ocorreu uma vez ao ano durante os dois anos de observações, sendo que todos os indivíduos floresceram e demonstraram pequena variabilidade temporal (Tabelas 4.1 e 4.2). A floração ocorreu entre os meses de agosto a janeiro para as plantas femininas, e entre julho a dezembro para as plantas masculinas. O pico de floração ocorreu durante os meses de setembro e outubro (Figura 4.2A), iniciando no período de menor pluviosidade.

Todos os indivíduos pistilados amostrados frutificaram durante os dois anos. A maturação e desenvolvimento dos frutos correspondeu à fenofase mais longa, havendo disponibilidade de frutos durante aproximadamente 5 meses. Frutos imaturos começaram a ser observados em novembro e frutos maduros puderam ser vistos até maio do ano seguinte. A maturação dos frutos iniciou-se em um período quente e úmido, mas o pico ocorreu entre março e abril (Figura 4.2 B).

Segundo a classificação de Newstrom *et al.* (1994) a floração e frutificação desta espécie, para o período de observação, foi considerada como anual e regular. Após a dispersão existiu um breve período, cerca de um mês, até que os botões florais comesçassem a aparecer novamente.

A produção de folhas, flores e frutos nestes indivíduos, encontrados nas condições de sol, mensurada pela média de abundância por indivíduo na escala de 1 a 4, revelou tendência a grande disponibilidade de folhas, flores e frutos por indivíduo sempre chegando a apresentar entre 76 a 100%.

TABELA 4.1 - Acompanhamento fenológico de *Hedyosmun brasiliense* Mart. e x Miq. em indivíduos femininos (n=18). Legenda: (**) brotamento; (- -) botões florais; (!) flores abertas; (xx) frutos verdes; (oo) frutos maduros.

IND	1998							1999							2000								
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	----											----											
	!!!!	!!											!!	!!	!!								
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
									00	00										00	00	00	
2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	----											----	----	----									
	!!!!	!!											!	!!	!!	!!							
					XX	XX	XX	XX	XX	XX	X					X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
									00	00	0									0	00	00	00
3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	----											----	----	----									
	!!!!	!!!!										!!!!	!!	!!	!!								
					XX	XX	XX	XX	XX	XX							XX	XX	XX	XX	XX	XX	
									00	00	00	0								00	00	00	0
4	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	----											----											
	!!!!	!!											!!	!!	!!								
					XX	XX	XX	XX	XX	XX							XX	XX	XX	XX	XX		
									00	00	00	0								00	00	00	
5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	----											----											
	!!!!	!!											!!	!!	!!								
					XX	XX	XX	XX	XX	XX							XX	XX	XX	XX	XX		
									00	00	00	0								00	00	00	00
6	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	----											----											
	!!!!	!!!!											!	!!	!!	!							
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
									00	00	00	00								00	00	00	00

Tabela 4.1 – Continuação.

IND	1998											1999							2000						
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J		
14	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	--	--										--	--												
	!!	!!	!!	!!								!!	!!	!!	!										
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	*		
									0	00	00								00	00	00	00	0		
15	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	--	--										--	--												
	!!	!!	!!	!!								!	!!	!!	!!										
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	*		
									0	00	00								00	00	00	00	0		
16	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	--	--										--	--												
	!!	!!	!!	!!								!	!!	!!	!!										
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	*		
									00	00									00	00	00	00			
17	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	--	--										--	--												
	!!	!!	!!	!!								!	!!	!!	!!										
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	*		
									0	00	00								0	00	00				
18	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	--	--										--	--												
	!!	!!	!!	!!								!	!!	!!	!!										
					XX	XX	XX	XX	XX	XX						X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	*		
									00	00	00	00							00	00	00	00			

TABELA 4.2 - Acompanhamento fenológico de *Hedyosmun brasiliense* Mart. Ex Miq. em indivíduos masculinos (n=18). Legenda (**) brotamento; (--) botões florais; (!!) flores abertas.

IND	1998							1999							2000								
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--										--	--	--									
	!!	!!											!!	!!									
2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--										--	--	--	--								
	!!												!!	!!	!								
3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--	--									--	--	--	--								
	!!												!!	!!	!!								
4	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
												--	--										
	!!!											!	!!	!!									!
5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--	--	--								-	--	--									
	!!	!!	!!										!!	!!									
6	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--										--	--	--	--								
	!!	!!											!!	!!	!								
7	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--	--									--	--	--	--								
	!!	!!	!!										!!	!!	!!	!!							
8	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--										--	--										
	!!			!									!!			!							
9	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
	--	--										--	--		--								
	!!		!!										!!			!!							

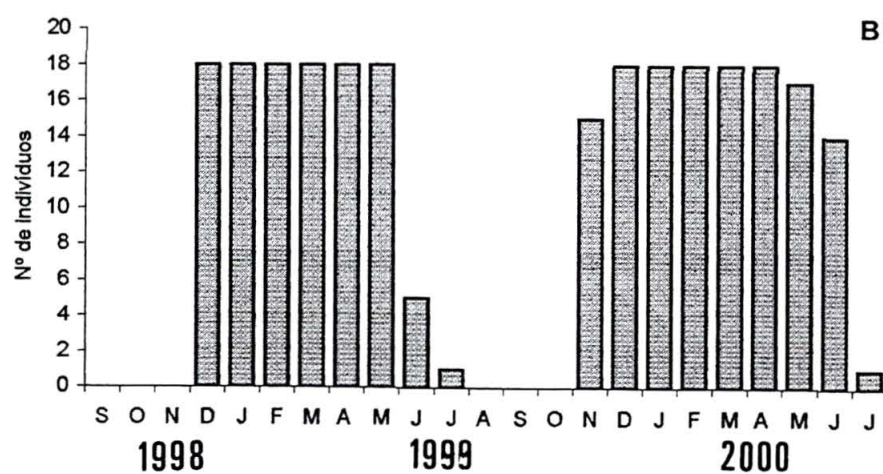
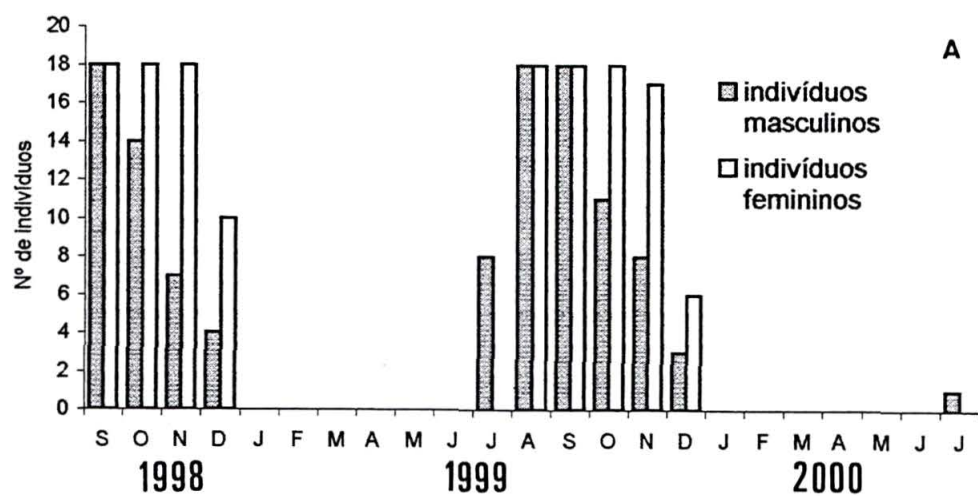


FIGURA 4.2 – Acompanhamento fenológico de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. na Reserva Volta Velha, Itapoá-SC, (A) Floração e (B) Frutificação.

4.4 DISCUSSÃO

Hedyosmum brasiliense Mart. ex Miq. mostrou ser, durante os 22 meses de observações na Reserva Volta Velha, uma espécie perenifólia, com renovação contínua de folhas, floração anual e regular nos meses de agosto a dezembro e frutificação anual e regular nos meses de dezembro a maio.

O padrão em que a queda de folhas ocorre em baixa intensidade ao longo do ano, não sendo concentrada em determinada época do ano também foi observada por Willians-Linera (1997) para outra espécie do gênero, *Hedyosmum mexicanum* Cordemoy, que é espécie característica de floresta tropical no México. Uma alta porcentagem de espécies perenifólias é uma das características de ambientes sem estresse hídrico acentuado (Frankie *et al.*, 1974). Em geral, as espécies pioneiras de crescimento rápido tendem a apresentar crescimento contínuo e assincrônico na produção e senescência foliar (Coley, 1983).

A floração de indivíduos masculinos e femininos foi sincrônica, embora alguns indivíduos masculinos tenham iniciado mais cedo. Também Morellato *et al.* (1990) observaram sincronia na floração de espécies dióicas em floresta de altitude em Jundiaí, São Paulo. Os padrões temporais das plantas masculinas e femininas seguiram as predições de Bawa (1983) na qual os indivíduos masculinos devem comportar-se para maximizar a quantidade de cruzamentos e para que as suas atividades reprodutivas sejam iniciadas antes dos indivíduos femininos como foi verificado para o arbusto dióico *Osyris quadripartita* (Herrera, 1984). Segundo Willson (1979) e Bawa (1980), a competição pelos cruzamentos entre as plantas masculinas resultariam em uma seleção que favoreceria o florescimento precoce, a estação de florescimento mais longa e a maior produção de flores.

Apesar de não haver diferenças de precipitação bem definidas entre as estações do ano, é possível evidenciar períodos de maior e menor precipitação, o aparecimento dos botões florais de *H. brasiliense* iniciou no período de menor pluviosidade estendendo-se até o início do período mais chuvoso. Também, deve-se salientar que 1998 foi um ano atípico, com precipitação elevada nos meses de julho e agosto devido ao fenômeno meteorológico El Niño. Em vários estudos de outras regiões tropicais a floração também ocorreu, principalmente, durante a estação seca (Njokur, 1963; Frankie *et al.*, 1974; Alencar *et al.*, 1979). A redução do fotoperíodo, as maiores amplitudes de temperatura diária e as baixas temperaturas noturnas têm sido sugeridas como indutores da floração na seca (Daubenmire, 1972; Lieberman *et al.*, 1982). No entanto, para *H. mexicanum* a floração ocorreu durante a maior parte do ano e não estava relacionada com a precipitação.

A polinização pelo vento deve ter um papel fundamental na regulação da época de

floração desta espécie por influência das condições meteorológicas mais favoráveis a essa forma de polinização. Um período menos chuvoso (Regal, 1982), moderadamente quente e dependente do vento seria mais propício para a liberação, distribuição e deposição dos grãos de pólen nas flores femininas (Whitehead, 1969; Buchmann, 1987).

Para as plantas polinizadas pelo vento existe a idéia de que estas evoluíram para a redução da superfície não reprodutiva (folhas) o que levaria à maior eficiência da polinização. No entanto, para *H. brasiliense* a maior produção de folhas aconteceu no início da floração. Contrariamente a essa idéia, Niklas e Buchmann (1985) demonstraram, quantitativamente, que as folhas de jojoba aumentaram a quantidade de pólen trazido até o espaço floral, na verdade, estas orientaram as trajetórias dos grãos em direção ao estigma receptivo.

H. brasiliense produziu frutos uma vez ao ano, diferentemente ao padrão já registrado para o gênero por Willians-Linera (1997) que observou para *H. mexicanum* que a frutificação ocorreu mais de uma vez ao ano, durante os períodos de temperatura e precipitação elevadas. Morellato *et al.* (1990) também verificaram padrão anual de frutificação para a grande maioria das espécies arbóreas em floresta de altitude em Jundiaí, São Paulo. A produção de frutos em uma determinada estação pode estar relacionada com o tipo de fruto e a forma de dispersão da espécie, como foi constatada por diversos autores (Frankie *et al.*, 1974; Lieberman, 1982; Morellato, 1991). As espécies que frutificavam na estação seca ou no período transicional possuíam frutos secos e apresentavam anemocoria ou autocoria, e as espécies com frutos carnosos frutificavam na estação úmida e os frutos eram dispersos principalmente por animais. O longo período de permanência dos frutos foi também observado para algumas espécies por Frankie *et al.* (1974), sugerindo que este comportamento representaria maiores chances de dispersão, pelo período mais longo de frutos disponíveis aos dispersores.

4.5 CONCLUSÕES

Os padrões fenológicos de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. foram bem definidos ao longo do ano (produção contínua de folhas, floração de agosto a dezembro, frutificação de janeiro a junho) o que propicia o planejamento de coleta do material vegetal (caule, folhas e sementes) para fins de cultivo e manejo sustentável. A grande produção de folhas e sementes, em condições de pleno sol, revelam seu potencial de utilização para fins medicinais.

4.6 REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A. ; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p.163-198, 1979.
- ASHTON, P. S.; GIVINISH, T. G.; APPANAH, S. Staggered flowering in the Dipterocarpaceae: new insights into floral induction and evolution of masting fruiting in the aseasonal tropics. **American Naturalist**, Chicago, v.132, p. 44-66, 1988.
- BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Palo Alto, v.11, p. 15-39, 1980.
- BAWA, K. S.; ASHTON, P. S.; NOR, M. S. Reproductive ecology of tropical forest plants: management issues. In: Bawa, K. S.; HARDLEY, M. **Reproductive ecology of tropical forest plants**. London: The Parthenon, 1990, p. 3-13.
- BORCHET, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, Washington, v. 61, p. 1065-1074, 1980.
- BUCHMANN, S. L. Floral biology of jojoba (*Simmondsia chinensis*), an anemophilous plant. **Desert Plants**, Superior, v. 8, n. 3, p.111-124, 1987.
- CARTHEW, S. Patterns of flowering and fruit production in a natural population of *Banksia spinulosa*. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 41, p. 465-480, 1993
- COLEY, P. D. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. **Ecological Monographs**, Washington, v. 53, p. 209-233, 1983.
- COSTA, M. L. M. N.; ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Fenologia de espécies arbóreas em floresta montana na reserva ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. S.; GUEDES-BRUNI, R.R. **Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em mata atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 1997. p.169-186.
- DAUBENMIRE, B. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in North-Western Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 60, n. 1, p. 147-170, 1972.
- EMERGÊNCIA – El Niño. Disponível em http://www.bhnet.com.br/ut/el_niño/ Acesso em 04 agosto 2002.
- FOURNIER, L. A.O. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San Jose, v.24, n.4, p.422-423, 1974.
- FOURNIER, L. A.O.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, San Jose, v.25, n.1, p.45-48, 1975.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in

- tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, p. 881-919, 1974.
- HERRERA, C. M. The annual cycle of *Osyris quadripartita*, a hemiparasitic dioecious shrub of Mediterranean scrublands. **Journal of Ecology**, Oxford, v.72, p. 1065-1078, 1984.
- HILTY, S. L. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. **Biotropica**, Lawrence, v. 12, n. 4, p. 292-306, 1980.
- KIKUZAWA, K. Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 73, p. 158-163, 1995.
- LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 70, p. 791-806, 1982.
- LIETH, H. Introduction to phenology and modeling of seasonality. In: Lieth, H. **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer – Verlag, 1974, v.2. p. 3-19.
- MONASTERIO, M.; SARMIENTO, G. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 3, p. 325-356, 1976.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, S. P. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 163-173, 1990.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A. ; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V.B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Lawrence, v. 32, n.4b, p. 811-823, 2000.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest tree at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Lawrence, v. 26, n.2, p. 141-159, 1994.
- NIKLAS, K. J.; BUCHMANN, S. L. Aerodynamics of wind pollination in *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 72, n. 4, p. 210-215, 1985.
- NJOKU, E. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. Observations on mature trees. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 51, p. 617-624, 1963.
- RATHCKE, B., LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Palo Alto, v. 16, p. 179-214, 1985.
- REGAL, P. J. Pollination by wind and animals: ecology of geographic patterns. **Annual**

Review of Ecology and Systematic, Palo Alto, v. 13, p. 497-524, 1982

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 72, p. 61-74, 1984.

REICH, P. B. Phenology of tropical forests: patterns, causes, and consequences. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 73, p. 164-174, 1995.

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Lawrence, v. 27, p. 168-173, 1995.

VAN SCHAİK, C. P., TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Palo Alto, v. 24, p. 353-377, 1993.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n.1, p.13-26, 2000.

WHITEHEAD, D. R. Wind pollination in the angiosperms: evolutionary and environmental considerations. **Evolution**, Lancaster, v. 23, p. 28-35, 1969.

WILLIAMS-LINERA, G. Phenology of deciduous and broadleaved-evergreen tree species in a Mexican tropical lower montane forest. **Global Ecology and Biogeography Letters**, Oxford, v.6, p.115-127, 1997.

WILLSON, M. F. Sexual selection in plants. **American Naturalist**, Chicago, v. 113, p. 777-790, 1979.

WRIGHT, S. J.; van SCHAİK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, Chicago, v. 143, p. 192-199, 1994.

5 A INFLUÊNCIA DA LUZ E DA UMIDADE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (CHLORANTHACEAE).

RESUMO – *Hedyosmum brasiliense* é uma espécie de interesse medicinal encontrada em solos alagáveis nas bordas da Floresta Atlântica. O conhecimento da biologia da semente é essencial para a compreensão do estabelecimento da planta, para o manejo e cultivo. Este estudo tem o objetivo de examinar os efeitos da qualidade de luz e umidade do substrato na germinação de sementes desta espécie. As sementes foram coletadas de 12 plantas em abril de 2000 na Reserva Volta Velha (26°04' S, 48° 38' W), Itapoá, SC, Brasil. Realizaram-se dois experimentos com sementes armazenadas em sacos plásticos fechados e mantidas a temperatura de 3-5°C antes do uso em dois experimentos. O primeiro experimento consistiu de diferentes regimes de qualidade de luz (branca, vermelha, vermelha-extrema e ausência de luz) em dois níveis de umidade (10 e 20 ml de água/gerbox). No segundo experimento a umidade foi considerada em quatro níveis (1/3 e 2/3 da capacidade de campo; capacidade de campo e saturação) em dois substratos (vermiculita e solo procedente do habitat da espécie). Ambos os experimentos foram realizados sob temperatura alternada (20-25°C) e fotoperíodo de 8 horas/luz. No primeiro experimento a germinação iniciou aos 16 dias e as porcentagens de germinação obtidas não diferiram entre os níveis de umidade. Entretanto, a luz vermelha-extrema demonstrou baixa germinação nos dois níveis de umidade (8% e 6%), e não ocorreu diferenças entre os outros tratamentos: luz branca (45% e 42%), vermelha (39% e 42%) e ausência de luz (47% e 38%). No segundo experimento, a maior germinação ocorreu em umidade de 1/3 da capacidade de campo no solo (43%), e a mínima em umidade saturada, também no solo (0%). Nos graus de umidade intermediários não houve diferença entre vermiculita e solo. A baixa germinação na condição vermelha extrema é uma indicação de que a espécie seja pioneira. Os resultados sugerem que o solo procedente do hábitat da espécie, mais fatores adicionais a este, exercem influência na germinação. A condição de solo saturado apesar de revelar baixa germinação, aparentemente, não reduziu a viabilidade das sementes.

Palavras-chave: espécie medicinal, germinação de sementes, luz, umidade, solo.

THE INFLUENCE OF LIGHT AND HUMIDITY ON SEED GERMINATION IN *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (CHLORANTHACEAE).

ABSTRACT: *Hedyosmum brasiliense* is a common shrub species with medicinal properties found in seasonally inundated soils in forest edges in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. Studies of seed biology, with respect to germination conditions, are important for understanding plant establishment, management and cultivation of this and other medicinal species. In this study, we specifically examine humidity and light conditions as they influence germination rates. Seeds were collected from 12 plants in April 2000, in the Volta Velha Reserve, Itapoá, SC, Brazil (26°04' S, 48° 38' W). Seeds were stored at 3-5°C until use in two experiments. Possible interactions between light and humidity were examined by placing seeds in two humidity (10 and 20 ml H₂O/gerbox), and four light regimes (white, red, far-red, and dark). Possible interactions between soil type and moisture content were examined with two soil types (soil and vermiculite) and four moisture levels (1/3, 2/3 and full field capacity, and saturation). Both experiments were carried out in the same temperature

and photoperiod regimes (20-25°C and photoperiod of 8 hours). In the first experiment, germination began after 16 days, showing no influence of humidity. Far red light apparently inhibited germination (~7%), while all other light regimes exhibited similar germination rates of 38-45%. In the second experiment, germination rate was influenced by humidity and soil type. The greatest germination rate was in soil at 1/3 water capacity (43%) and the least, also in soil, at saturation (0%). In the intermediate humidity levels both soil types germinated at about the same rates (29-35%). Low germination rate in far red light is an indication that the plant is a pioneer species. The higher germination rates in soil at 1/3 capacity suggests that additional characteristics within the soil besides moisture may be important in germination. Also, saturated soils do not reduce seed viability, which is important for plant species found in saturated soils.

Key Words: medicinal species, seed germination, light, humidity, soil.

5.1 INTRODUÇÃO

A germinação da semente pode ser considerada como o reinício do crescimento do embrião resultante da ruptura do tegumento da semente seguida pela emergência da plântula, sendo dependente de condições internas e externas. Entre as condições externas ou ambientais importantes no controle da germinação estão a água, temperatura, luz, oxigênio, vários elementos químicos e as interações entre eles (Koslowski e Pallardy, 1997). Além destes, outros fatores como etileno (Taiz e Zeiger, 1998) e microorganismos presentes no solo podem exercer influência sobre a germinação.

Entretanto, em muitos casos uma semente viável pode não germinar mesmo que as condições ambientais sejam satisfatórias, sendo esse fenômeno conhecido como dormência. As sementes que são liberadas da planta em estado dormente são as que exibem dormência primária. Por outro lado, sementes que não estão dormentes no início da dispersão podem ser induzidas ao estado de dormência se as condições para a germinação são desfavoráveis, sendo essa dormência conhecida como secundária (Bewley e Black, 1994). As causas mais comuns de dormência são a imaturidade fisiológica do embrião e a impermeabilidade do tegumento à água e, algumas vezes, ao oxigênio (Raven *et al.* 1996).

Existem alguns fatores externos que liberam a semente da dormência, e as sementes dormentes tipicamente respondem a mais do que uma condição. Muitas sementes perdem sua dormência quando seu conteúdo de água é reduzido a certo nível pela secagem, quando são submetidas a baixas temperaturas ou à presença de luz (Taiz e Zeiger, 1998).

A necessidade da luz para germinar pode ser desde uma breve exposição até um tratamento intermitente ou um fotoperíodo específico envolvendo dias longos e dias curtos (Taiz e Zeiger, 1998). A luz pode ser um fator que controla a dormência das sementes como

pode ser observado em espécies heliófitas que são incapazes de crescer sob o dossel, sendo, neste caso, a mudança na qualidade de luz um indicador ambiental das condições favoráveis para o estabelecimento (Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1982).

Entre os pigmentos que podem promover respostas morfogenéticas nas plantas, o fitocromo, um pigmento de natureza proteica que absorve vermelho e vermelho-longo principalmente, mas que também absorve luz azul tem uma importante função na regulação da luz durante o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Taiz e Zeiger, 1998). Este fitocromo existe em duas formas diferentes interconversíveis: a forma Fv que absorve luz vermelha, e a forma Fve que absorve vermelho-longo. Quando uma molécula de Fv absorve um fóton de luz de 660 nanômetros, a molécula se converte em Fve, quando uma molécula de Fve absorve um fóton de 730 nanômetros, ela é imediatamente reconvertida à forma Fv. Essas reações são chamadas de fotoconversões. A forma Fve é biologicamente ativa, ou seja, ela desencadeia uma determinada resposta tal como a germinação de sementes, enquanto que a forma Fv é inativa (Raven, 1996). Após a descoberta das respostas das sementes na faixa de luz do vermelho e do vermelho-longo e do efeito do sombreamento na razão entre esses dois comprimentos de onda da luz transmitida, a significância do potencial ecológico da luz transmitida através do dossel para a dormência e germinação das sementes foi reconhecida (Pons, 1993).

O efeito fundamental da luz para as sementes depende do genótipo e dos fatores ambientais durante o amadurecimento das sementes, durante a dormência e durante a própria germinação. Além disso, existem outras implicações como a intensidade do fluxo luminoso, a composição espectral e o tempo de duração da exposição. Todos esses fatores podem interagir de uma ou outra forma em seus efeitos sobre as sementes (Pons, 1993).

Aspectos do comportamento germinativo de sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. foram estudados por Berkenbrock e Paulilo (1999) que verificaram que a espécie apresenta sementes fotoblásticas positivas. O fotoblastismo positivo tem sido associado a sementes de espécies pioneiras, que estão sujeitas aos mecanismos de regulação do fitocromo, embora, um certo número de espécies tenha a potencialidade de germinar no escuro em resposta a flutuações mais ou menos drásticas de temperatura (Felippe, 1980; Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1987) e em certas condições de armazenamento (Cuzzuol e Lucas, 1999).

A regeneração natural da vegetação requer a produção sazonal das unidades de dispersão capazes de germinar e de se estabelecer, muitas vezes, em condições estressantes. Entre essas condições, a quantidade de água no solo, é um fator muito importante. À medida que a água penetra no solo, o ar é deslocado e os poros do solo, tanto

grandes quanto pequenos se enchem de água, a entrada contínua de água resultará em um movimento descendente mais amplo e com maior substituição de ar. Neste estágio, todos os poros da fração superior estarão cheios de água. Diz-se então que o solo se encontra saturado com água e na sua capacidade máxima de retenção. Ao ser descontinuado o suprimento de água da superfície do solo, isto é, quando não há chuvas ou é interrompida a água de irrigação, haverá um contínuo movimento descendente, relativamente rápido de certa quantidade de água, que responde pelo gradiente hidráulico. Decorrido um dia ou pouco mais, cessará por completo este rápido movimento descendente. Diz-se então que o solo encontra-se na sua capacidade de campo. Um exame do solo nesta situação mostrará que a água se retirou dos poros maiores ou macroporos e que seu lugar foi preenchido por ar. Os microporos ou poros capilares ainda se encontram cheios de água e desta fonte as plantas absorvem a umidade que precisam. A movimentação da umidade continuará a se processar, sua intensidade porém será mais lenta, por estar basicamente condicionada às forças de capilaridade, que só produzem efeitos no caso dos microporos (Brady, 1983).

Praticamente todas as sementes viáveis, exceto aquelas que apresentam tegumentos impermeáveis ou camadas impermeáveis sobre os tegumentos, podem absorver a quantidade de água necessária para a germinação do solo em capacidade de campo. Em solos progressivamente mais secos, a taxa e a percentagem final de germinação decrescem (Kosłowski e Pallardy, 1997). Em uma condição oposta, o estresse decorrente da saturação hídrica do solo também tem forte caráter seletivo. O limite às trocas gasosas do solo com a atmosfera e o rápido consumo de oxigênio presente na água por raízes e microorganismos geram hipoxia ou anoxia no solo. Isto afeta a respiração de raízes, microorganismos, e as características físico-química edáficas (Lobo e Joly, 1998). A diversidade florística das matas ripárias responde ao grande número de microhabitats encontrados nestas formações. Pequenas diferenças na topografia determinam o nível de hipoxia a que uma planta será submetida durante alagamentos episódicos, redundando no seu estabelecimento ou na sua exclusão, de acordo com seu grau de tolerância à baixa disponibilidade de oxigênio. A habilidade de viver sem um recurso (O_2), por um certo período e não sofrer redução na sua habilidade competitiva, pode conferir vantagem no processo da competição (Crawford, 1992).

Existe uma considerável variação entre as espécies quanto aos efeitos da umidade do solo sobre a germinação. Em *Talauma ovata* por exemplo, as sementes são dispersas durante a estação seca e são incapazes de germinar quando submersas, mas se mantêm viáveis cerca de quinze dias nessas condições (Lobo e Joly, 1995). Embora intrinsecamente tolerante à falta de oxigênio decorrente da inundação, uma dada espécie vegetal pode sofrer

reveses durante os processos de dispersão, germinação e estabelecimento, e/ou ser mais sensível à inundação enquanto semente e/ou plântula, impedindo sua fixação em áreas inundáveis (Scarano, 1998).

A distribuição geográfica e as preferências ecológicas de muitas espécies são determinadas pela faixa de condições ambientais toleradas pela germinação de suas sementes (Laboriau, 1983). As espécies pioneiras produzem frutos e sementes pequenos, em grande quantidade e adaptados à dispersão pelo vento e por pequenos animais e teriam o papel de recobrir rapidamente o solo (Budowski, 1963).

As sementes das florestas tropicais apresentam uma série de características morfológicas e fisiológicas que podem, em parte, refletir as respostas a pressões seletivas no ambiente ou ambientes nos quais as plantas estavam evoluindo no passado. Alternativamente, também podem possuir características sem um significado adaptativo, resultantes de efeitos de linhagens filogenéticas e/ou da estrutura de órgãos reprodutivos desenvolvidos sob o efeito de ambientes em mudança. Essa mistura de características neutras e adaptativas nas sementes complica a descrição de características distintas do comportamento da semente em florestas tropicais (Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1993).

O estudo de espécies medicinais, quanto ao aspecto da germinação, tem merecido atenção devido ao incremento das atividades de extrativismo de plantas brasileiras com potencial farmacológico, aliado à necessidade de se proceder cultivos racionais destinados à produção de fitoterápicos. A padronização de testes de germinação com espécies florestais passa por pesquisas que devem levar em consideração características ecológicas da espécie, as quais, podem indicar as técnicas mais adequadas a serem aplicadas (Oliveira *et al.*, 1989). O conhecimento da biologia da semente é essencial para a compreensão do estabelecimento da planta e sua regeneração natural (Whitmore, 1975), sendo instrumento básico para o manejo de populações de plantas (Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1993).

Considerando-se a importância dos estudos sobre tecnologia de sementes, o presente estudo tem como objetivo determinar os efeitos da qualidade de luz e graus de umidade na germinação das sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. associados ao seu hábitat natural.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. coletadas de 12 plantas na Reserva Volta Velha, Itapoá-SC durante o mês de abril de 2000. Todas as etapas laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Sementes, do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba-PR.

Os frutos foram macerados e as sementes extraídas foram secas à temperatura ambiente, sobre papel jornal, durante sete dias. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos fechados e mantidas à temperatura de 3-5°C durante seis meses (1º experimento) e dez meses (2º experimento). Antes do início dos experimentos, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 0,25% durante dez minutos.

No primeiro experimento, estudou-se o efeito da qualidade de luz (branca, vermelha, vermelha extrema e ausência de luz), em duas condições de umidade (10 e 20 ml de água deionizada/gerbox) na germinação de sementes. O substrato utilizado foram duas folhas de papel germitest (650 g/m²). A luz branca foi obtida expondo-se as sementes à luz fluorescente, comprimento de onda luz do dia. A ausência de luz foi obtida envolvendo-se as caixas de germinação (gerbox) com duas camadas de papel alumínio, a luz vermelha com o uso de duas camadas de papel celofane vermelho e para a luz vermelha extrema o filtro foi formado por três camadas de papel celofane azul escuro e duas camadas de vermelho (Lee, 1972). Os espectros de absorção e transmissão desses filtros (Anexo 1) foram confirmados no equipamento de medida óptica de absorção e transmissão modelo SDMC1-02 da Optometrics Ltd. A medida de intensidade luminosa foi realizada em luxímetro modelo H & B. Para cada tratamento utilizaram-se 4 repetições contendo 50 sementes cada, estas foram avaliadas em intervalos de três dias, no escuro com a utilização de lanterna com lâmpada envolvida em filtro verde. Para a condição de ausência de luz o experimento foi repetido mais duas vezes e as avaliações foram realizadas somente ao final de 40 dias, para a confirmação do resultado.

No segundo experimento, avaliou-se a germinação de sementes em condições de umidade diferentes (capacidade de campo, 1/3 e 2/3 da capacidade de campo e saturação) em dois substratos (vermiculita e solo). A amostra de solo utilizada foi superficial e procedente do local de origem da planta. O solo foi transportado para laboratório e colocado sobre papel jornal durante 7 dias. Para remover restos vegetais volumosos do solo, utilizou-se uma peneira de malha 5 mm.

São geralmente utilizados dois métodos gerais para determinação do teor de umidade no solo. Em primeiro lugar, mediante determinados métodos, o teor de umidade é

medido direta ou indiretamente, em segundo lugar são utilizadas técnicas para determinar a umidade potencial do solo (por exemplo tensão ou sucção) (Brady, 1983). Neste experimento, foi utilizado o seguinte método: uma fração das amostras de solo e vermiculita foi retirada e determinado o teor de água em estufa $105^{\circ}\text{C} \pm 3$ por 24 horas, sendo este teor calculado como referência (0% de água). A determinação das condições de saturação e capacidade de campo nos dois substratos foi realizada em gerbox (11x11x3 cm), adicionando-se água destilada com aspersor até a saturação total dos poros. Deixou-se 24 horas em posição inclinada para que o excesso de água percolasse. Tomou-se esses valores obtidos como sendo o de saturação. Para determinação da capacidade de campo, deixou-se esse gerbox com o substrato saturado por mais 24 horas em posição inclinada, sendo calculado a quantidade de água posteriormente. A partir destes valores calculou-se 1/3 e 2/3 da capacidade de campo de água em volume, aferida pela massa. A manutenção do teor de água foi feito adicionando-se água de dois em dois dias até se obter a massa inicial de cada gerbox, ignorando-se a massa das sementes que germinaram. Também, utilizaram-se 4 repetições contendo 50 sementes por tratamento e as observações foram realizadas após 41 dias do início do experimento.

Os testes foram conduzidos em germinador J.Prolab-1000 em temperatura alternada (20 e 25° C), fotoperíodo de 8 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia (5 x 20 W), com densidade de fluxo radiante de $33,75 \text{ mol. m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As sementes foram consideradas germinadas quando a radícula apresentava 2mm de comprimento. Os experimentos foram finalizados ao final de 45 dias e as sementes não germinadas foram cortadas na metade com auxílio de lâmina de barbear. A semente foi considerada morta se o endosperma e embrião não apresentavam-se firmes e de coloração branca.

Os dados em porcentagem de germinação foram transformados em arco seno $(\%/100)^{1/2}$ para a normalização de sua distribuição. Posteriormente, os mesmos foram submetidos à análise de variância, em arranjo fatorial (2 x 4) conforme delineamento inteiramente casualizado, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS

No primeiro experimento, a germinação iniciou após 16 dias e aos 45 dias o experimento foi finalizado. Dos parâmetros estudados (qualidade de luz e umidade) somente para o efeito isolado de qualidade de luz apresentou diferença estatística significativa na

germinação, as condições de umidade e interação entre os fatores não apresentaram diferenças (Tabela 5.1).

TABELA 5.1 – Resumo da análise de variância da germinação de sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. em dois substratos e quatro regimes de qualidade de luz.

Fonte de variação	G.L.	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	Prob F
Luz	3	1863,6	621,2	54,6 *	<0,001
Umidade	1	19,4	19,4	0,26	ns

* Significativo ao nível de 0,1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao efeito dos regimes de qualidade de luz sobre a porcentagem de germinação (Tabela 5.2) a condição vermelha extrema correspondeu às menores médias de germinação, o que demonstra a inativação do fitocromo pela exposição diária a esse comprimento de onda. As condições branca, vermelha e ausência de luz não apresentaram diferenças quanto aos percentuais médios de germinação, verificando-se o valor máximo de 47%. Nestas condições, após a finalização do experimento observou-se 10% de sementes vivas não germinadas e média de 47% de sementes mortas ou vazias. A repetição do experimento em ausência de luz também resultou em germinação das sementes, confirmando o resultado obtido inicialmente.

TABELA 5.2 – Porcentagem de germinação das sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. sob duas condições de umidade e quatro regimes de qualidade de luz.

UMIDADE (ml)	QUALIDADE DE LUZ							
	branca		vermelha		vermelha extrema		ausência	
10	45	A	39	A	8	B	47	A
20	42	A	42	A	6	B	38	A

Valores seguidos de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No segundo experimento, dos parâmetros estudados (tipo de substrato e graus de umidade), houve diferenças estatísticas significativas para os graus de umidade e para a interação dos fatores na germinação (Tabela 5.3).

TABELA 5.3 – Resumo da análise de variância da germinação de sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. em dois substratos e quatro regimes de umidade.

Fonte de variação	G.L.	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	Prob F
Substrato	1	0,37	0,37	00,71	
Umidade	3	56,29	18,76	36,07 *	<0,05
S x U	3	36,29	12,09	23,25 *	<0,05
Resíduo	24	12,48	0,52		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Com relação ao efeito dos graus de umidade sobre a porcentagem de germinação (Tabela 5.4) a condição de saturação apresentou as menores médias, no substrato vermiculita as sementes germinaram melhor em graus de umidade intermediários (2/3 da capacidade de campo e capacidade de campo) e para o solo os melhores resultados foram proporcionados pelas condições mais baixas de umidade (1/3 e 2/3 da capacidade de campo). Após a finalização do experimento, observou-se 62% de sementes vivas e não germinadas na condição de saturação no substrato solo e 37% no substrato vermiculita.

Dentre as sementes germinadas resultantes dos dois experimentos (941), uma delas apresentou dois embriões.

TABELA 5.4 – Porcentagem de germinação das sementes de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. em dois substratos e diferentes regimes de umidade do substrato.

SUBSTRATO	UMIDADE DO SUBSTRATO			
	1/3 capacidade de campo	2/3 capacidade de campo	capacidade de campo	saturação
Vermiculita	14 B	34 A	37 A	17 B
Solo	43 A	33 A	29 A	0 B

Valores seguidos de mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

5.4 DISCUSSÃO

Considerando-se que as sementes foram armazenadas durante seis e dez meses antes da instalação dos experimentos, os resultados obtidos revelaram que as sementes desta espécie apresentaram um comportamento ortodoxo na conservação, ou seja, nas condições de frio e seca.

Esta espécie demonstra estar adequada para manter-se dormente na condição de luz vermelha extrema por meio de mecanismo de ativação do fitocromo que pode ser considerado um indicador do grau de abertura do dossel ou da camada de serrapilheira. Isso poderia explicar a ocorrência desta espécie em bordas da floresta, em locais mais iluminados e freqüentemente perturbados pelo homem, de maneira semelhante ao que ocorre com *Cecropia obtusifolia* e *Piper auritum* (Vázquez-Yanes, 1980) que apresentam inibição da germinação sob luz vermelha extrema. Whitmore (1989) distingue as espécies pioneiras das não pioneiras, principalmente, pela incapacidade das pioneiras de germinar na sombra.

Berkenbrock e Paulilo (1999) verificaram que sementes recém coletadas e armazenadas dessa espécie germinaram apenas na presença de luz. No presente trabalho não foi evidenciado o fotoblastismo positivo e as altas taxas de germinação encontradas no escuro, possivelmente, foram decorrentes das condições ou do tempo de armazenamento que alteraram a fotossensibilidade das sementes. Como já evidenciado para outras espécies, Sassaki *et al.* (1999) observaram que os aquênios de *Bidens gardneri* que apresentavam fotoblastismo positivo perderam a sensibilidade à luz quando foram armazenados em solo do cerrado, e Cuzzuol e Lucas (1999) observaram que a temperatura e o tempo de armazenamento alteraram a fotossensibilidade de sementes de *Matelea maritima*. Kyereh *et al.* (1999) obtiveram resultado semelhante com a germinação de *Ricinodendron heudelotii*. No escuro a germinação foi de 42% e em casa de vegetação sombreada a 2% não houve germinação. Os autores sugerem que essa diferença entre os tratamentos possivelmente ocorreu devido à temperatura. Bevington e Hoyle (1981) sugerem que de alguma forma as baixas temperaturas podem mudar a disponibilidade ou a sensibilidade dos sítios receptores do fitocromo em sementes de *Betula papyrifera* armazenadas em sacos plásticos em temperatura de 4°C. Em síntese, para algumas espécies, as mudanças observadas através do tempo podem levar a uma modificação quanto às necessidades de luz que consiste em uma diminuição na relação vermelho/vermelho extremo necessária para germinar e um aumento da germinação no escuro, tal como se o envelhecimento do mecanismo de fotocontrole o fizera perder a

precisão (Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia, 1987). O ambiente físico é complexo e a expressão do fenótipo reflete-se na resposta integrada de muitos fatores (Weinig, 2000). Conseqüentemente, as estratégias de germinação das plantas estão intimamente associadas à ecologia de seus nichos particulares.

As altas taxas de germinação em solo procedente do hábitat da espécie a 1/3 da capacidade de campo sugerem que além da umidade, características adicionais do solo, tais como microorganismos e o etileno podem exercer influência na germinação. Mesmo se tratando de espécie encontrada em solos alagáveis, as sementes de *H. brasiliense* não germinaram quando submersas. No entanto, estas aparentemente não perderam a viabilidade após 45 dias nesta condição, a presença de um tegumento bastante rígido constituiu-se em uma barreira que certamente influenciou na manutenção da viabilidade dessas sementes. Lobo e Joly (1995) comentam sobre este aparente paradoxo de sementes de uma espécie típica de matas de brejo ser incapaz de germinar em solo hidricamente saturado, o que pode ser explicado pela dispersão de sementes no início da estação seca e pela tolerância das plântulas à saturação do solo. No caso de *H. brasiliense*, possivelmente essas sementes passam a compor um banco de sementes que são tolerantes ao alagamento e que germinam quando as condições do solo são mais favoráveis. Este raciocínio é reforçado considerando-se que observações no campo permitiram detectar plântulas próximas a indivíduos adultos com frutos ainda imaturos. Provavelmente, estas eram oriundas de sementes do ano anterior e que germinaram durante o mês de março, quando os níveis de precipitação diminuíram sensivelmente. Essas observações em campo e a viabilidade registrada para estas sementes após armazenamento reforçam a possibilidade de formação de banco de sementes.

5.5 CONCLUSÕES

A espécie demonstrou facilidade na germinação das sementes, mesmo após o período de armazenamento. A baixa germinação na condição vermelha extrema é um indicativo de que a espécie seja pioneira. A condição de solo saturado apesar de revelar baixa germinação não reduziu a viabilidade das sementes. Os resultados indicam que o solo procedente do habitat da espécie, mais fatores adicionais a este, exercem influência na germinação.

5.6 REFERÊNCIAS

- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BERKENBROCK, I. S.; PAULILO, M. T. S. Efeito da luz na germinação e crescimento inicial de *Maytenus robusta* Reiss. e *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 243-248, 1999.
- BEVINGTON, J. M.; HOYLE, M. C. Phytochrome action during prechilling induced germination of *Betula papyrifera* Marsh. **Plant Physiology**, Washington, v. 67, p. 705-710, 1981.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983. 647p.
- CRAWFORD, R. M. M. Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution. **Advances Ecological Research**, v.23, p. 93-185, 1992.
- CUZZUOL, G. R. F.; LUCAS, N. M. C. Germinação de sementes de *Matelea maritima* (Jack.) Woods (Asclepiadaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 1-7, 1999.
- FELIPPE, G. M. Germination of the sensitive seeds of *Cucumis anguria* and *Rumex obtusifolius*: effects of temperature. **New Phytol.**, Cambridge, v. 84, p. 439-448, 1980.
- KOSLOWSKI, T. T.; PALLARDY S. G. **Growth control in woody plants**. San Diego: Academic, 1997. 641p.
- KYEREH, B.; SWAINE, M. D.; THOMPSON, J. Effect of light on the germination of forest trees in Ghana. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 87, p. 772-783, 1999.
- LABORIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Série de Biologia, Monografia 24. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- LEE, A. E. **Crescimento e desenvolvimento das plantas**. São Paulo: Edart, 1972. 96p.
- LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 18, p. 177-183, 1995.
- LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Tolerance to hipoxia and anoxia in neotropical tree species. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. **Oecologia Brasiliensis - Ecophysiological strategies of xerofitic and amphibious plants in the neotropics**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1998, p.137-156.

- OLIVEIRA, E. C.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Proposta para padronização de metodologias em análise de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 11, n. 1.2.3, p.1-42, 1989.
- PONS, T. L. Seed responses to light. In: FERNS, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Oxon: CAB International, 1993. p. 259-284.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728p.
- SASSAKI, R. M.; RONDON, J. N. ZAIDAN, L. B. P.; FELIPPE, G. M. Germination of seeds from herbaceous plants artificially stored in cerrado soil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 271-279, 1999
- SCARANO, F. R. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forests and estuarine vegetation. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. **Oecologia Brasiliensis - Ecophysiological strategies of xerofitic and amphibious plants in the neotopics**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1998, p. 177-193.
- TAIZ, I.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 793p.
- VÁZQUEZ-YANES, C. Light quality and seed germination in *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* from a tropical rain forest in Mexico. **Phyton**, Buenos Aires, v. 38, n. 1, p. 33-35, 1980.
- VÁZQUEZ-YANES, C. OROZCO-SEGOVIA, A. Seed germination of a tropical rain forest pioneer tree (*Heliocarpus donell-smithii*) in response to diurnal fluctuation of temperature. **Physiol. Plant.**, Copenhagen, v. 56, p. 295-298, 1982.
- VÁZQUEZ-YANES, C. OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiologia ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 35, n. 2, p. 85-96, 1987.
- VÁZQUEZ-YANES, C. OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**, Berlin, v. 83, p. 171-175, 1990.
- VÁZQUEZ-YANES, C. OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, Palo Alto, v. 24, p. 69-87, 1993.
- WEINIG, C. Limits to adaptative plasticity: temperature and photoperiod influence shade-avoidance responses. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 87, n. 11, p. 1660-1668, 2000.
- WHITMORE, T. C. **Tropical rain forests of the Far West**. Oxford: Clarendon Press, 1975.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Washington, v. 70, p. 536-537, 1989.

6 ESTRUTURA DA FOLHA DE *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex. Miq. (Chloranthaceae) COMO SUBSÍDIO PARA O CONTROLE DE QUALIDADE¹.

RESUMO: A utilização de plantas medicinais apresenta um problema potencial que é a mistura de outras plantas que podem ser adicionadas junto à espécie de interesse, alterando seu valor medicinal. Alguns aspectos estruturais da folha de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae) foram descritos para auxiliar no controle de qualidade da espécie que apresenta propriedades medicinais comprovadas. A coleta do material vegetal foi realizada na Reserva Volta Velha, localizada em Itapoá, estado de Santa Catarina. As análises anatômicas foram realizadas em folhas adultas, a lâmina foi analisada na região mediana da folha ao nível da nervura central. O pecíolo foi descrito na sua porção central. Estômatos laterocíticos e grandes, mesófilo com parênquima paliádico e lacunoso pouco diferenciados, presença de células epidérmicas secretoras, esclereídes, hidatódios e ductos no pecíolo constituem-se características próprias da espécie e que podem ser usadas para testar possíveis misturas de outros produtos.

Palavras-Chave: *Hedyosmum*, plantas medicinais, controle de qualidade, anatomia foliar.

ABSTRACT: *Quality control of Hedyosmum brasiliense* Mart. Ex Miq. (Chloranthaceae) through its leaf structure. Medicinal plant use has the potencial problem of mixing others plants as filler, thus reducing the true medicinal value. Leaf structures of *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chloranthaceae) were studied to aid in quality control of this medicinal species. Plant material was collected from the Volta Velha Reserve, located in Itapoá, state of Santa Catarina. Anatomical analyses were of mature leaves. Lamina were analysed at the leaf center on the level of its midrib. Petiole were analysed at half the length. Laterocytic and large stomata, presence of glandular epidermal cells, undifferentiated mesophyll, sclereids, hydathodes in the lamina and ducts in the petiole are characteristics typical this species and that are useful to test the possible admixture of others products.

Key words: *Hedyosmum*, medicinal plants, quality control, leaf anatomy.

6.1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas “in natura”, especialmente se fragmentada, pode representar um risco potencial de adulteração devido à mistura de outras espécies. Neste sentido, a caracterização morfo-anatômica é um instrumento auxiliar no controle de qualidade. No que concerne à família Chloranthaceae e ao gênero *Hedyosmum* encontram-se alguns estudos bastante completos como o de Swamy (1953) que descreve sua morfologia geral e alguns,

¹ Publicado na Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v. 4, n.1, p. 29-34, 2001.

relacionados principalmente à anatomia da madeira devido a importância da posição taxonômica da família para estudos filogenéticos.

Com relação à epiderme foliar, Metcalfe e Chalk (1950) não se referem aos estômatos desta família como a um tipo estabelecido, mas, como um “tipo especial”. Swamy (1953) encontrou para o gênero estômatos circundados por um número variável de células subsidiárias (4-6) formando uma roseta. Baranova (1983) cita para o gênero *Hedyosmum* a presença de estômato laterocítico. Swamy (1953) encontrou para o gênero a presença de cutícula espessa em torno da abertura estomatal.

As Chloranthaceae apresentam células esféricas com óleo essencial em seu tecido parenquimatoso (Swamy, 1953; Cronquist, 1981; e Takhtajan, 1997). Solereder (1899)², Thierry (1912)³ e outros citados por Swamy (1953) e Metcalfe (1987) não encontraram para a família Chloranthaceae tecido paliçádico típico. Swamy (1953) e Metcalfe (1987) confirmam a presença de esclereídes isolados ou agrupados na epiderme e mesofilo para o gênero *Hedyosmum*. Dutos de mucilagem também foram encontrados em *H. arborescens* (Skutch, 1927; Swamy, 1953).

No entanto, as informações sobre a anatomia foliar de *Hedyosmum brasiliense* são escassas, limitando-se à descrição da superfície foliar em Metcalfe (1987), que revelou: células-guarda distintas quanto à largura e à presença de barras nas regiões polares dos estômatos.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar alguns aspectos estruturais da folha, órgão geralmente comercializado na forma de fragmentos, de maneira a subsidiar o controle de qualidade do comércio e industrialização desta espécie, evitando possível adulteração. Além disso, vem a contribuir para o conhecimento de uma espécie constituinte da Floresta Atlântica, ecossistema ameaçado devido à exploração insustentada de seus recursos.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material vegetal de *Hedyosmum brasiliensis* Mart. ex. Miq., foi realizada na Reserva Volta Velha, Município de Itapoá, SC. As exsicatas do material identificado por Raquel R. B. Negrelle encontram-se depositadas no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná (UPCB, nº 21498).

² SOLEREDER, H. Systematischen Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899.

³ THIERRY, R. Contribution a l'étude anatomique des Chloranthacées. Diss. Paris, p. 1-158, 1912.

da Universidade Federal do Paraná (UPCB, nº 21498).

As folhas adultas, expostas ao sol, foram obtidas a partir do quarto nó, a contar do ápice em direção à base. Para análise da anatomia foliar utilizaram-se secções transversais medianas do limbo que foram fixadas em FAA 50% (Johansen, 1940), desidratadas em série etanólica e emblocadas em glicol metacrilato (GMA), segundo técnica de Feder e O'Brien (1968). Os blocos foram seccionados, em micrótomo rotatório, com 8 μ m de espessura. As secções foram coradas com azul de toluidina 0.5% em solução aquosa (O'Brien, Feder e McCully, 1965) e montadas em Entelan. Para a observação do pecíolo foram realizados cortes transversais à mão livre na região mediana, que foram corados com safranina 0,5% em solução aquosa e montados com glicerina a 30% (Berlyn e Milksche, 1976).

Para evidenciar a epiderme, esclereídes e hidatódios utilizou-se uma solução de água oxigenada 30 volumes e ácido acético glacial (1:1) a 60°C, onde os fragmentos de folhas permaneceram durante quatro dias (Franklin, 1945⁴ citado por Kraus e Ardwin, 1997). Posteriormente, a epiderme foi separada e as amostras foram coradas com safranina a 0.5% em solução de etanol/xileno (1:1) e montadas em Entelan.

A determinação do número de estômatos/mm², na região do terço médio, foi realizada pela projeção de imagem em câmara clara empregando-se objetiva de 10X. A imagem de 1 mm² de superfície foliar foi projetada sobre um quadrado de 10.6 cm de lado, onde os estômatos foram marcados e contados, posteriormente, calculou-se a média aritmética de 24 campos. Para determinar o comprimento médio da célula-guarda foram mensurados cinco estômatos na região do terço médio de 12 folhas de 12 indivíduos.

As fotomicrografias foram realizadas em microscópio óptico e estereoscópico (Fig. 12) ZEISS com câmara fotográfica acoplada. A análise em Microscópio Eletrônico de Varredura, para a observação da epiderme, foi realizada a partir de material fixado em FAA 50% com posterior desidratação em série etanólica e emprego do ponto crítico em equipamento Balzers CPC-010. As amostras foram montadas em suporte metálico e revestidas com ouro em equipamento Balzers Sputtering SC-030. As eletromicrografias foram efetuadas em Microscópio Eletrônico de Varredura Philips 505.

A região do pecíolo foi observada em microscópio óptico com auxílio de câmara clara e representada na forma de diagrama de acordo com as convenções de Metcalfe e Chalk (1979). Na classificação do tipo de estômato adotou-se a terminologia de Hartog e Baas (1978).

⁴ FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, v. 155, n. 3924, p.51, 1945.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. apresentam cutícula delgada (Figura 6.1 - C) e esta é uma característica comumente citada para plantas de ambiente úmido (Napp-Zinn, 1984). No entanto, Swamy (1953) encontrou para o gênero a presença de cutícula espessa em torno da abertura estomatal, o que se constitui em uma característica que varia muito em função do ambiente onde a planta se encontra. A epiderme, em secção transversal, é uniestratificada, sendo a face adaxial formada por células maiores e mais altas que as da face abaxial (Figura 6.1 - K). Em vista frontal, as duas faces apresentam as paredes com contorno reto a levemente sinuoso. Em ambas as faces, ao mesmo nível das demais células epidérmicas, ocorrem células secretoras que destacam-se por apresentarem coloração mais intensa pelo azul de toluidina e por estarem circundadas radialmente pelas células epidérmicas adjacentes (Figuras 6.1- A e B). Também, Swamy (1953), Cronquist (1981) e Takhtajan (1997) citam para a família Chloranthaceae a presença de células secretoras dispersas no mesofilo.

As folhas são hipoestomáticas, com estômatos laterocíticos circundados por cinco, seis ou até sete células subsidiárias situadas no mesmo nível das demais células epidérmicas (Figura 6.1 - F). Metcalfe e Chalk (1950) não se referem aos estômatos desta família como um tipo estabelecido, mas, como a um tipo “especial”. Swamy (1953) encontrou para o gênero estômatos circundados por um número variável de células subsidiárias (4-6) formando uma roseta. Baranova (1983) cita para o gênero *Hedyosmum* a presença de estômato laterocítico, que segundo Hartog e Baas (1978) é definido como: estômato flanqueado por três ou mais células subsidiárias todas ao redor das laterais do par de células-guarda; paredes anticlinais separando as células subsidiárias adjacentes que circundam o par de células-guarda. As características do estômato apresentadas para essa espécie em Metcalfe (1987) tais como: células-guarda distintas quanto à largura e à presença de barras nas regiões polares não foram evidenciadas neste trabalho.

O número médio de estômatos foi de 433,8 estômatos/mm² (desvio padrão $\pm 8,74$) e o comprimento médio da célula guarda de 44,23 μm (desvio padrão $\pm 2,68$). Assim como neste trabalho, Howard (1969) verificou para *Hedyosmum arborescens* estômatos grandes, maiores que 46 μm de comprimento, enquanto que para uma outra condição ambiental - Floresta Tropical Alto Montana - Tanner e Kapos (1982) verificaram para *H. arborescens* o comprimento médio da célula-guarda de 26,7 μm e uma densidade de 665 estômatos/mm². Segundo Wilkinson (1979) somente para poucas famílias foram verificados estômatos de 40

µm ou maiores e muitos autores concordam que o tamanho do estômato é uma característica diagnóstica estável, desde que, uma completa variação de tamanho seja dada.

A presença de estômato laterocítico é bastante peculiar para a família, o que a torna uma característica importante para a distinção da espécie. Além disso, as características observadas na epiderme, neste caso, são evidenciadas com facilidade nos fragmentos foliares e representam uma técnica de baixo custo na identificação do material vegetal.

O mesofilo apresenta parênquima paliçádico e lacunoso pouco diferenciados. Na porção do mesofilo voltada para a face adaxial ocorrem de 3 a 4 camadas de células ligeiramente alongadas, com muitos cloroplastos e na porção oposta ocorrem 7 a 9 camadas de células de forma irregular, com número menor de cloroplastos e com espaços intercelulares amplos (Figura 6.1 - K). Como verificado por Solereder (1899), Thierry (1912) e outros citados por Swamy (1953) e Metcalfe (1987) a família Chloranthaceae não apresenta um tecido paliçádico típico. Segundo Esau (1976) numerosas dicotiledôneas herbáceas possuem folhas com um mesofilo relativamente indiferenciado, o que somado a outras características como folha freqüentemente fina, cutícula delgada e estômatos mais ou menos elevados se manifestam em folhas hidromorfas. No mesofilo, ainda ocorrem muitos esclereídes irregulares e ramificados (Figura 6.1 - E) em toda a extensão da lâmina, formando uma espécie de rede. Também, em Mauseth (1988, p.239) é apresentada uma fotomicrografia de *H. arborescens* onde são evidenciados esclereídes que apresentam a mesma morfologia encontrada para *H. brasiliense*. Ainda, Swamy (1953) e Metcalfe (1987) confirmam a presença de esclereídes isolados ou agrupados na epiderme e mesofilo para o gênero *Hedyosmum*. Para Mauseth (1988) os esclereídes representam uma proteção contra herbivoria ou possivelmente poderiam atuar como reservatórios de água.

Nas margens das folhas foram evidenciados hidatódios, entretanto, não foi possível localizar seus poros (Figura 6.1 - G). Segundo Wilkinson (1979) os hidatódios podem apresentar poros de tamanho muito reduzido ou, estes, podem estar obstruídos.

Na nervura central da região mediana do limbo, o sistema vascular é constituído por um feixe colateral central circundado por parênquima fundamental e por outro feixe de menor porte localizado lateralmente ao feixe central. Abaixo da epiderme, em ambas as faces, encontram-se três camadas de colênquima (Figura 6.1 - J). Os feixes vasculares de menor porte são do tipo colateral, encontram-se dispersos no mesofilo e possuem bainha parenquimática desprovida de extensões (Figura 6.1 - I).

O pecíolo, em secção transversal, apresenta epiderme uniestratificada, seguida por 6 camadas de colênquima. O sistema vascular caracteriza-se por possuir cinco feixes

vasculares mais ou menos agregados, sendo que os menores apresentam uma posição mediana com um par de cordões mais largos em ambos os lados. Acima dos feixes, encontram-se dutos (Figura 6.1 - H). Dutos de mucilagem também foram encontrados em *H. arborescens* (Skutch, 1927; Swamy, 1953) e são citados para a família (Cronquist, 1981).

Sobre a nervura central da face abaxial foram observadas domácias, que se apresentam na forma de bolsas de tamanho variado e onde, freqüentemente, alojam-se ácaros (Figura 6.1 - L). As domácias são predominantemente encontradas em plantas lenhosas de regiões tropicais úmidas e sub-tropicais (Metcalf e Chalk, 1979). Estudos recentes têm demonstrado que as domácias estão associadas principalmente com predadores e ácaros frugívoros, com um benefício potencial para as plantas hospedeiras (Pemberton e Turner, 1989; Walter e O'Dowd, 1992). Pemberton e Turner (1989) propuseram que as domácias serviriam como abrigo e viveiro para os ácaros, os quais, em contrapartida alimentariam-se de artrópodos fitófagos e de patógenos prejudiciais às plantas.

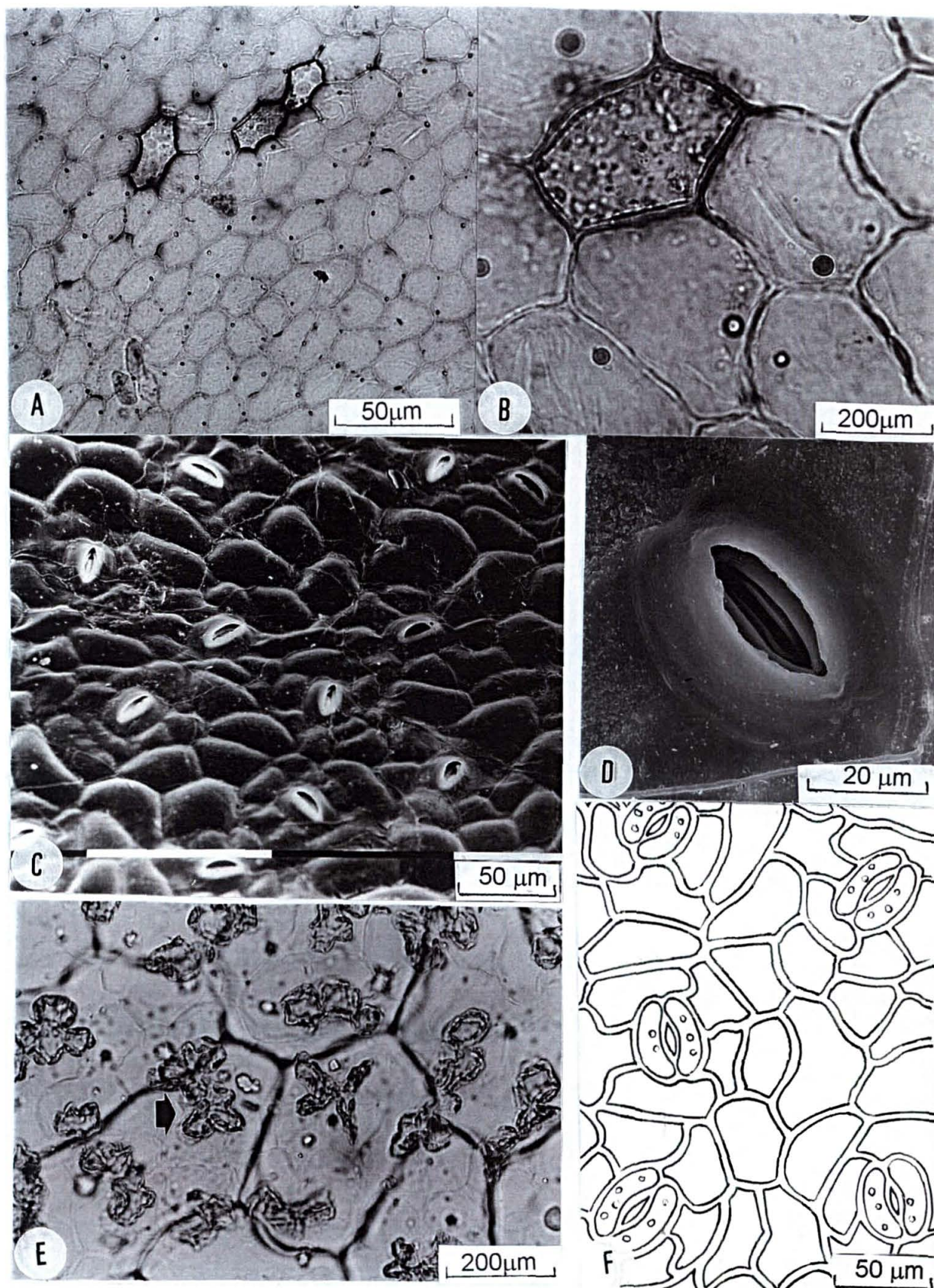
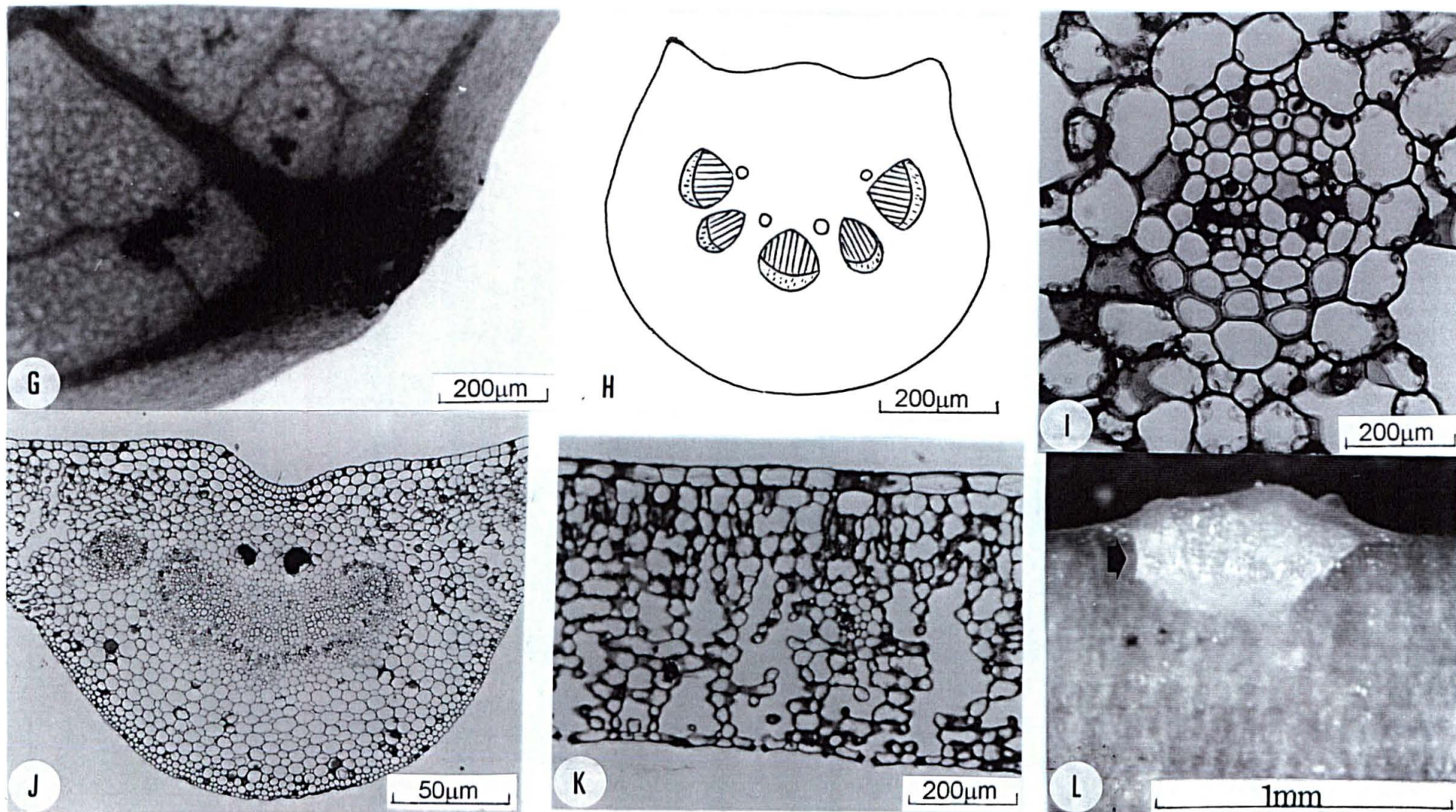


FIGURA 6.1 - Aspectos estruturais da folha de *Hedyosmum brasiliense*: A. Vista frontal da face adaxial da epiderme; B. Vista frontal das células secretoras da epiderme; C. Vista frontal da face abaxial (MEV); D. Estômato, em vista frontal da face abaxial (MEV); E. Esclereídes; F. Desenho esquemático da face abaxial, evidenciando estômatos;



G. Vista frontal dos hidatódios; H. Desenho esquemático da secção transversal do pecíolo, evidenciando a distribuição dos feixes vasculares e dutos; I. Detalhe, em secção transversal, do feixe condutor de menor porte; J. Secção transversal da região da nervura central; K. Secção transversal do mesófilo; L. Detalhe da domácia sobre a nervura central da face abaxial.

6.4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos revelaram algumas características anatômicas que podem ser utilizadas para uma melhor identificação de *Hedyosmum brasiliensis* Mart. ex. Miq., e que servem como um instrumento útil para evitar a adulteração de material vegetal utilizado na fitoterapia, sendo estas:

- estômatos laterocíticos e grandes, tamanho médio próximo à 44 µm;
- células secretoras na epiderme;
- mesofilo com parênquima paliçádico e lacunoso pouco diferenciados
- abundância de esclereídes no mesofilo;
- presença de hidatódios ;
- dutos no pecíolo e
- presença de domácias sobre a nervura central.

6.5 REFERÊNCIAS

- BARANOVA, M. On the laterocytic stomatotype in angiosperms. *Brittonia*, New York, v.35,n.1, p.93-102, 1983.
- BERLYN, G.P.; MIKSCH, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: The Iowa State Press, 1976. 326p.
- CORREIA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926, v.2, 209p.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 121p.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 293p.
- FEDER, N. & O' BRIEN, T.P. Plant microtechnique: some principals and new methods. *American Journal of Botany*, Columbus, v.55, n.1, p.123-142, 1968.
- HARTOG, R.M. den & BAAS, P. Epidermal characters of the Celastraceae sensu lato. *Acta Botanica Neerlandica*, Oxford, v.27, p.355-388, 1978.
- HATSCHBACH, G., KOCZICKI, C. Clorantáceas do Estado do Paraná. *Boletim do Museu Botânico do Paraná, Curitiba*, v.7, p. 1-5, 1973.
- HOWARD, R. A . The ecology of na elfin forest in Puerto Rico. Studies of stem growth and form and of leaf estrutura. *Journal of the Arnold Arboretum*, Jamaica Plain, v.50, p. 225-267, 1969.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw Hill Book, 1940. 523p.

- KLEIN, R.M. **Contribuição ao conhecimento da flora e vegetação do Vale do Itajaí - Santa Catarina**. 1978. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de São Paulo.
- KRAUS, J.E. & ARDWIN, M. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. São Paulo: Universidade Rural, 1997. 198p.
- MAUSETH, J. **Plant Anatomy**. California: The Benjamin/Cummings Publishing, 1988. 560p.
- METCALFE, C.R. **Anatomy of the Dicotyledons**, v.3. Oxford: Clarendon Press, 1987. 224p.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**, v.1. Oxford: Clarendon Press, 1979. 276p.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**, v.2. Oxford: Clarendon Press, 1950. 1500p.
- NAPP-ZINN, K. Anatomie des blattes. Blatt-anatomie der angiospermen. In: LISBAUER, K. **Handbuch der Pflanzenanatomie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1984. v.2.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N. & McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, Viena, v.59, p.368-373, 1965.
- PEMBERTON, R.W. & TURNER, C.E. Occurrence of predatory and fungivorous mites in leaf domatia. **American Journal of Botany**, Columbus, v.76, n.1, p.105-112, 1989.
- SKUTCH, A .F. Peculiarities in the structure of the stem, related to the leaf sheath in *Hedyosmum*. **Annals of Botany**, London, v.41, p. 715-30, 1927.
- SWAMY, B.G.L. The morphology and relationships of the Chloranthaceae. **Journal of the Arnold Arboretum**, Jamaica Plain, v.34, p.375-411, 1953.
- TAKHTAJAN, A . **Diversity and classification of flowering plants**. New York: Columbia University, 1997. 643p.
- TANNER, E.V.J. & KAPOS, V. Leaf structure of jamaican montane rain-forest trees. **Biotropica**, Lawrence, v.14, n.1, p.16-24, 1982.
- WALTER, D.E. & O'DOWD, D.J. Leaves with domatia have more mites. **Ecology**, v.73, p.1514-18, 1992.
- WILKINSON, H.P. The plant surface (mainly leaf). In: METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**, v. I. Oxford: Clarendon Press, 1979. p.97-165.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de informações resultantes de três anos de observações e monitoramento em campo associado às avaliações efetuadas confirmam que *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. apresenta características que permitem indicá-la como espécie adequada para implantação de sistema de cultivo e/ou exploração sustentável como se explicita a seguir:

- Esta espécie apresenta comprovada eficácia fitoterapêutica como analgésica e antimicrobiana;
- A grande produção de sementes, o crescimento rápido e sua habilidade de colonizar locais de floresta perturbada são um indicativo de que seja uma espécie pioneira, o que lhe confere de certa forma, a facilidade para o cultivo ou manutenção *in situ*, inclusive, pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas. Além disso, a reprodução vegetativa por estaquia pode ser uma alternativa, em função da intensidade de rebrota apresentada pela espécie;
- A espécie é encontrada nas bordas da floresta, em solos alagáveis e de pouco interesse econômico;

Entretanto, deve-se também considerar algumas particularidades e recomendações quanto à implantação de sistema de cultivo ou manutenção de população *in situ* para a exploração sustentável:

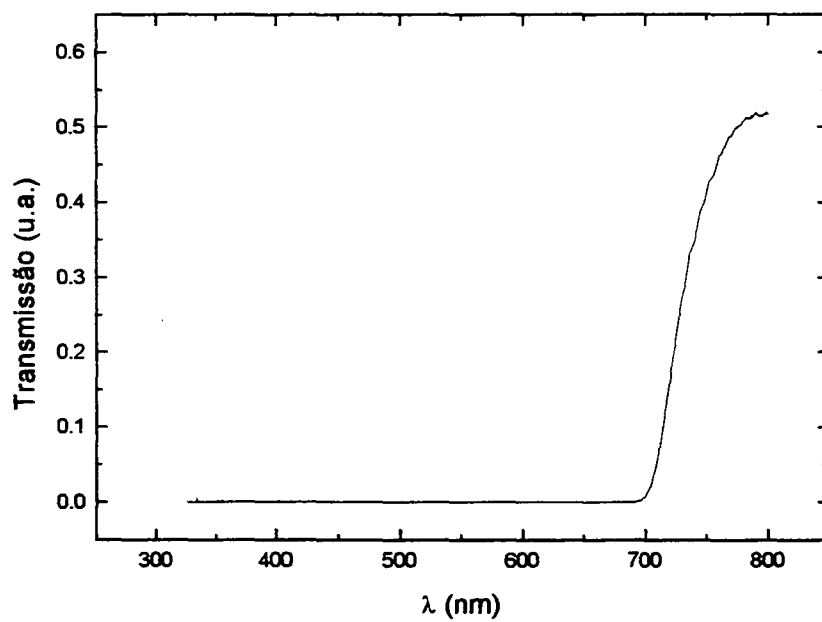
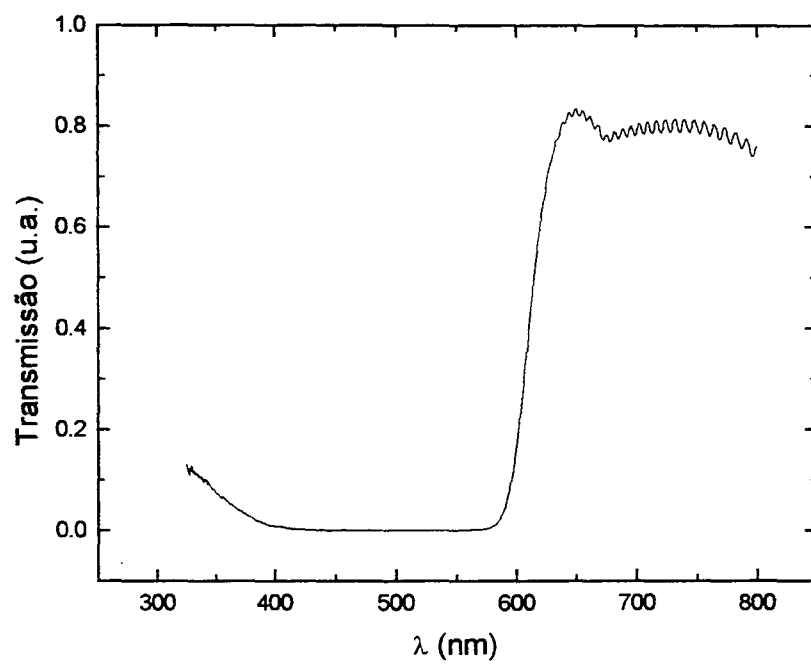
- As sementes apresentam boa germinação, inclusive podem ser armazenadas, no entanto, os resultados obtidos em condições laboratoriais sugerem que as condições de sombreamento da floresta e solo encharcado não são apropriadas para a germinação;
- A população apresentou-se estável durante o período de estudo, o crescimento e a sobrevivência foram altos. No entanto, as plântulas encontradas, restringiram-se aos locais onde havia pouca vegetação herbácea. Os indivíduos encontrados em locais bem iluminados apresentaram altura menor, maior área da copa e grande número de folhas (observação pessoal), o que representa maior facilidade de coleta e maior biomassa, portanto, o plantio sob o sol é o mais indicado;
- A espécie é dióica e não apresenta dimorfismo vegetativo perceptível, quando as mudas são oriundas de estacas, deve-se observar o número adequado de plantas femininas e masculinas a ser plantado. A espécie apresentou sazonalidade em suas fenofases, o que se constitui uma característica importante para o planejamento do período de coleta de folhas e sementes. A produção de folhas foi contínua ao longo do ano, embora tenha

apresentado períodos de maior brotamento. As plantas femininas iniciam a floração em agosto e permanecem com frutos por longo período (aproximadamente até maio) e nas plantas masculinas o período reprodutivo é menor (agosto a novembro), e portanto, são estas mais indicadas para a coleta de folhas. No entanto, a coleta deve ser racional para que não haja o comprometimento da reprodução.

- Em uma etapa posterior, para auxiliar no controle de qualidade, a análise estrutural da folha revelou características peculiares que a distingue de outras espécies que, eventualmente, possam ser misturadas aos fragmentos foliares.

Finalmente, enfatiza-se que os resultados aqui apresentados devem ser complementados pelos indicados a seguir, de modo a melhor subsidiar a utilização desta espécie como recurso medicinal obtido a partir de sistema de cultivo ou extrativismo sustentável:

- 1) realização de estudos comparativos na produção do óleo essencial e/ou seus componentes em diferentes etapas de seu ciclo fenológico e entre indivíduos femininos e masculinos;
- 2) avaliação dos efeitos de intensidade de poda ou coleta de folhas;
- 3) estudos relativos a longevidade foliar.
- 4) avaliação e monitoramento do comportamento da espécie, quando introduzida para cultivo em áreas degradadas.



ANEXO 1 - Espectros de transmissão dos filtros vermelho e vermelho-longo.